

Colloque Insights | 2019 Paris

Cas réels | Echanges entre pairs | Démonstrations



© 2019 Minitab, LLC.

Résolution de problème Conduite de projet et analyse de données

- Industrie des Télécommunications
- Robert Collis
- 27 juin 2019

L'objectif

- ▶ Lorsque les problèmes associés à vos services ou produits affectent vos clients, il est important d'identifier clairement la cause racine, à partir d'une approche basée sur les données pour éviter de partir dans de mauvaises directions.
- ▶ Un exemple d'écoute de la voix des clients sera présenté, le but sera d'améliorer la qualité de réception d'un signal téléphonique, source d'insatisfaction.

L'objectif

- ▶ Découvrez comment :
 - Identifier le problème et définir le projet
 - Collecter et préparer les données
 - Mesurer la performance initiale
 - Identifier et tester les opportunités d'amélioration
 - Sélectionner la solution optimale
 - Déployer et maintenir l'amélioration du procédé obtenue.

- ▶ A l'issue de cette démonstration, vous aurez une idée claire des méthodes pratiques à appliquer à votre organisation et à ses défis.

Le contexte

- ▶ Fournisseur de service téléphonique
- ▶ Vérifie sa performance
- ▶ Veut trouver des leviers d'amélioration



DEFINIR : Réclamations clients

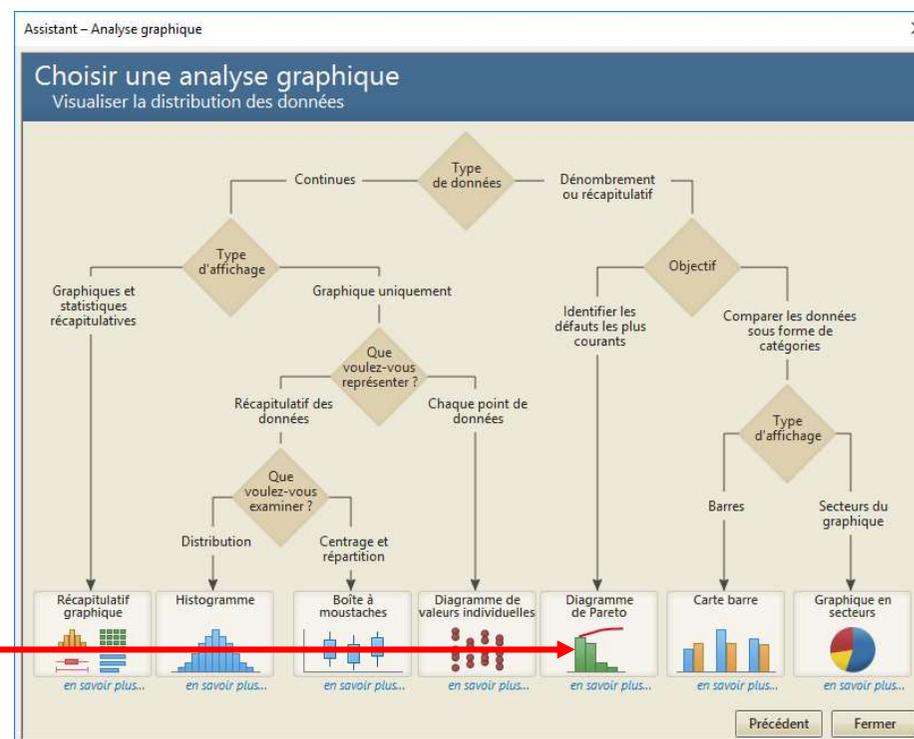
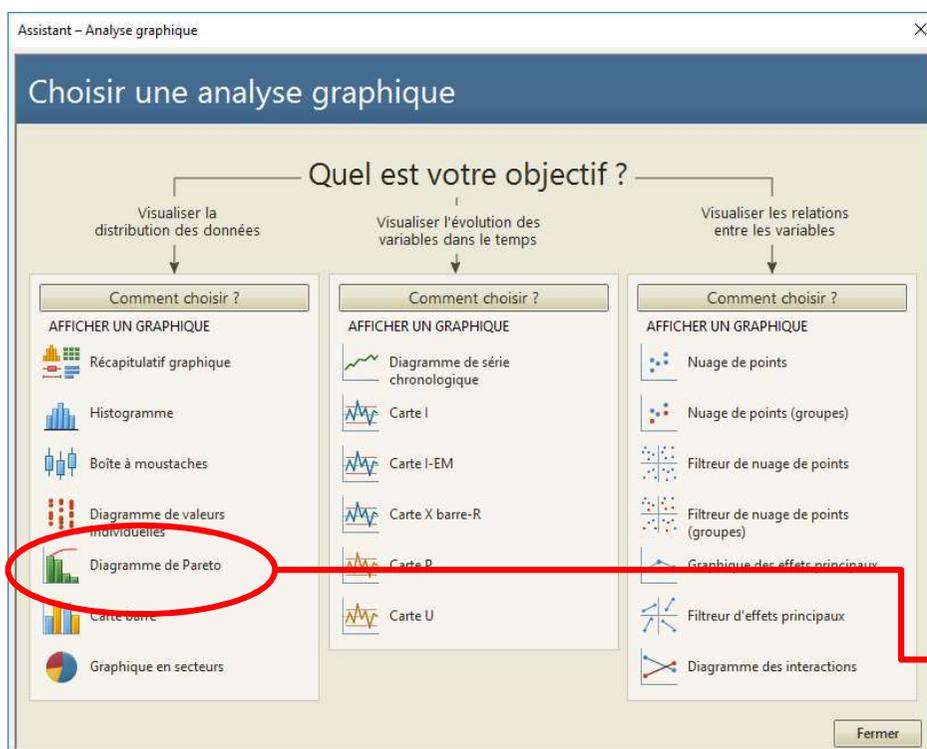
Diagramme de Pareto

- ▶ Terracotta examine les réclamations clients sur 9 mois.
- ▶ Terracotta souhaite identifier les réclamations les plus fréquentes
- ▶ Visualisation des données pour classer les réclamations :
 - diagramme de Pareto dans Minitab
 - diagramme de Pareto dans l'Assistant
 - diagramme de Pareto dans Companion by Minitab

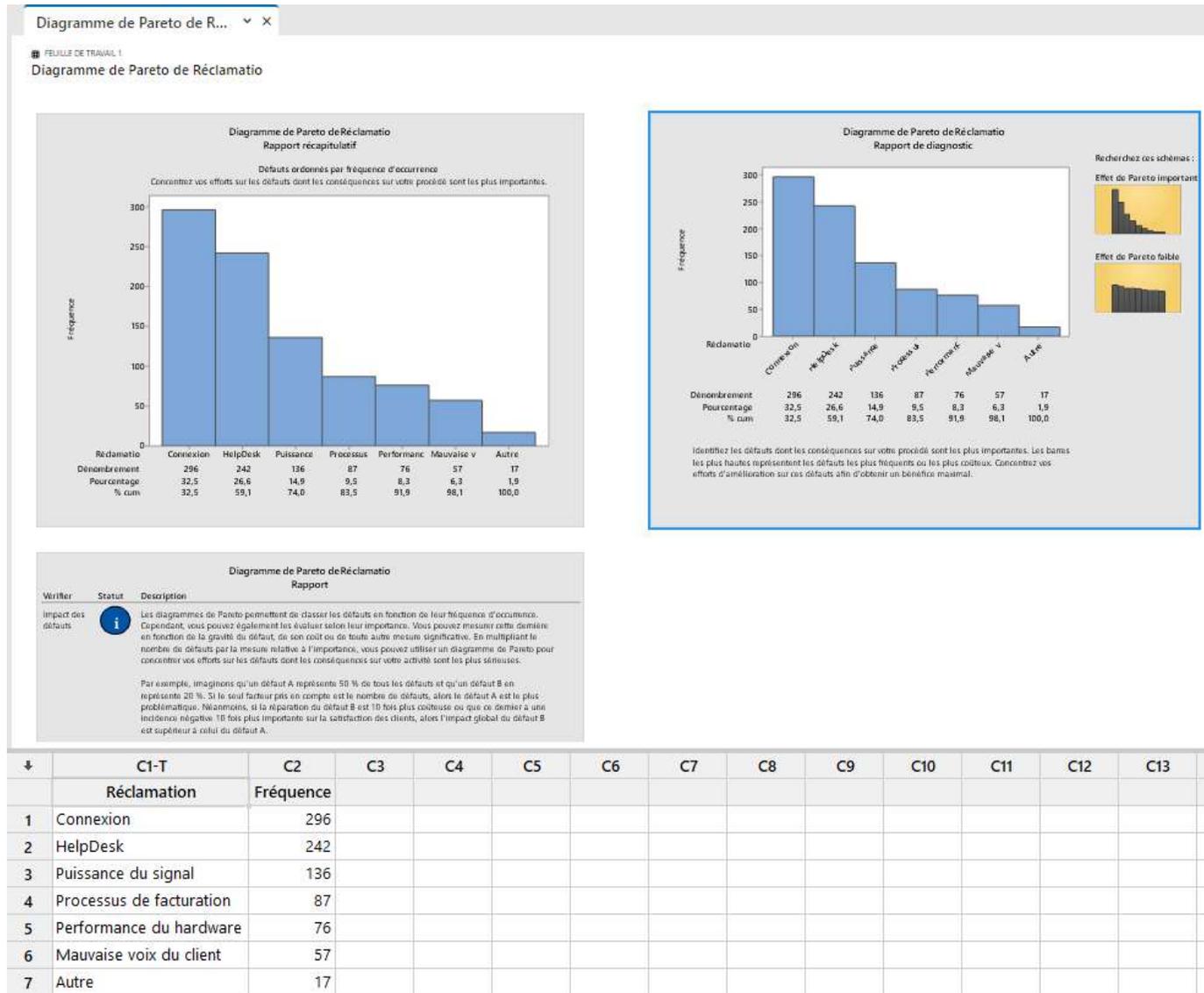


DEFINIR : Réclamations clients – Diagramme de Pareto

► Assistant de Minitab : arbre de décisions, schéma directeur pour trouver le bon outil



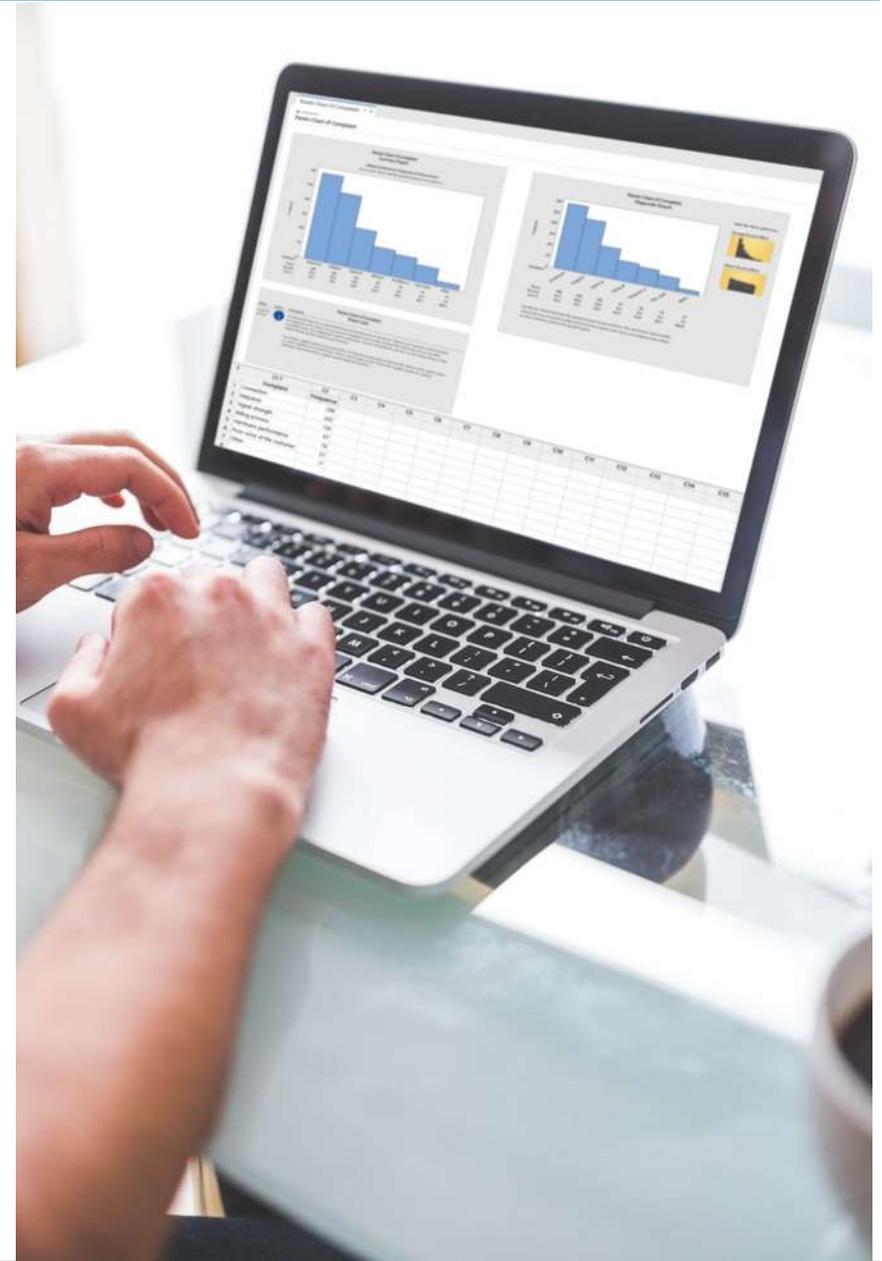
DEFINIR : Réclamations clients – Diagramme de Pareto



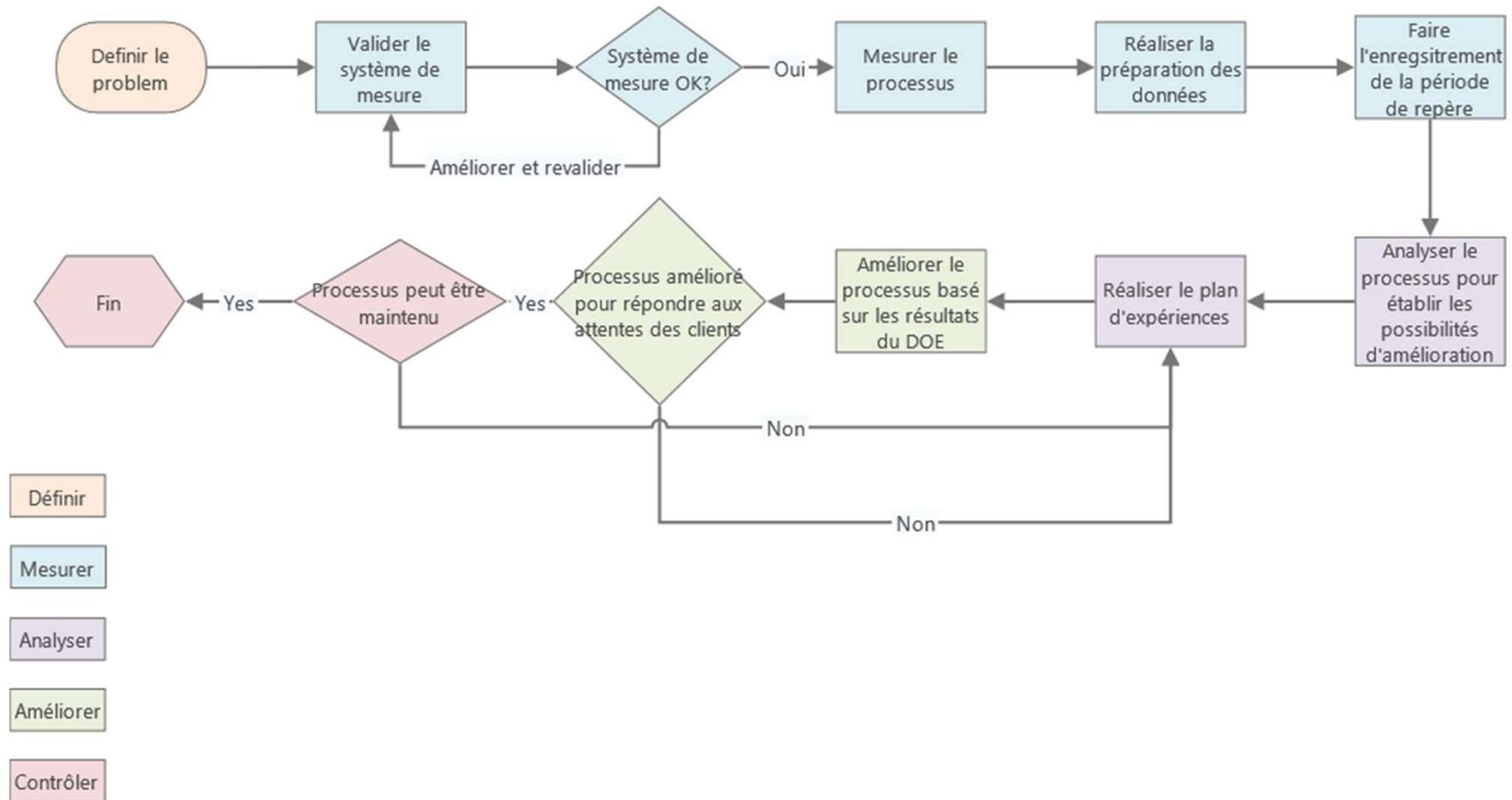
DEFINIR : Réclamations clients

Diagramme de Pareto

- ▶ Outre les fréquences, Terracotta étudie :
 - la sévérité (impact du problème pour le client)
 - la facilité de réalisation du projet
- ▶ La gravité et la facilité de réalisation sont déterminées pour chaque type de réclamations sur une échelle de 1 à 9
- ▶ Il serait préférable de choisir un type de réclamation à traiter qui soit fréquente, sévère et facile à rectifier



Etapes de l'amélioration continue



La méthode DMAIC

► DEFINIR

- **Identifiez et bornez le sujet**
- **Définissez les objectifs** (Charte du Projet)

► MESURER

- Validez **le système de mesure** pour chaque variable d'entrée et de sortie (Etude R & R, Plans de contrôle par attributs, Etude de linéarité et de biais)
- **Etablissez** l'état initial du procédé (cartes de contrôle et analyse de capacité)
- **Identifiez** les problèmes du procédé :
 - Variabilité
 - Décentrage



La méthode DMAIC

▶ ANALYSER

- **Analysez** en profondeur vos données pour déterminer les causes racines et les effets potentiels (tests d'hypothèses, analyse de variance, régression, etc.)

▶ INNOVER

- **Améliorez** votre processus, testez les solutions possibles à l'aide d'expérimentations planifiées et optimisées (plan d'expériences factoriel, plans de surface de réponse et autres plans d'expériences) avec des données discrètes en utilisant une régression logistique.
- **Mettez en œuvre** une solution et **validez** l'amélioration obtenue est statistiquement significative (test t à deux échantillons, carte de contrôle avant / après analyse de capabilité)

La méthode DMAIC

▶ **CONTROLLER**

- Pérennisez les résultats apportés par la solution mise en œuvre (graphiques de contrôle et analyse de capacités)

DEFINIR : Charte du Projet

- ▶ La charte du projet définit les objectifs, à la fois pratiques et financiers, les risques, la complexité, les éléments mesurables, etc. :
 - Nom du projet, responsable et sponsor
 - Progrès et dates
 - Classification du projet
 - Définition du projet
 - Évaluation du projet
 - Validation du projet
- ▶ La charte de projet est signée par le sponsor interne et le chef de projet

Project Charter

Project Name:
DMAIC Project

Project Leader: Jean Smet **Sponsor:** Ian Blanc

Project Number:
1

Progress & Dates

Status:
Not Started

Start Date: 31/03/2019 **Due Date:** 24/12/2019 **Completion Date:**

Duration (days):
*

Project Classification

Business Unit: Paris **Department:** Telecoms Infrastructure

Location:

Methodology: DMAIC **Belt Level:** Black Belt

Project Definition

Problem Statement:
There are a large number of complaints about connections and signal strength

Objective:
Improve the success rate for connections and increase the signal strength

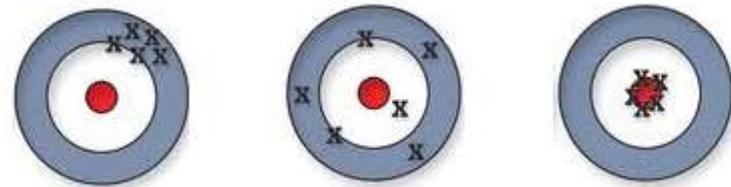
Business Case:
There are significant churn rates and customers are more loyal and are willing to pay a higher subscription rate in return for reliability

DEFINIR : les réponses

- ▶ Objectif : se concentrer sur les connexions et la puissance du signal car ils sont sans doute corrélés
- ▶ **Connexion** ← connexion de l'appel réussie ou non
(attribut – oui/non)
- ▶ **Puissance du signal** ← % du niveau de courant reçu par les antennes
(continu – %)
- ▶ Les mesures de connexion et de force du signal doivent être fiables ← phase MESURE.

MESURER : Analyse du système de mesure

- ▶ Les opérateurs mesurent-ils précisément et correctement la force du signal – pouvons-nous avoir confiance en nos données ?
- ▶ Si les données ne mettent pas en lumière les véritables facteurs du problème, quelle utilité ont-elles ?
- ▶ Presque chaque analyse devrait commencer par une validation du système de mesure

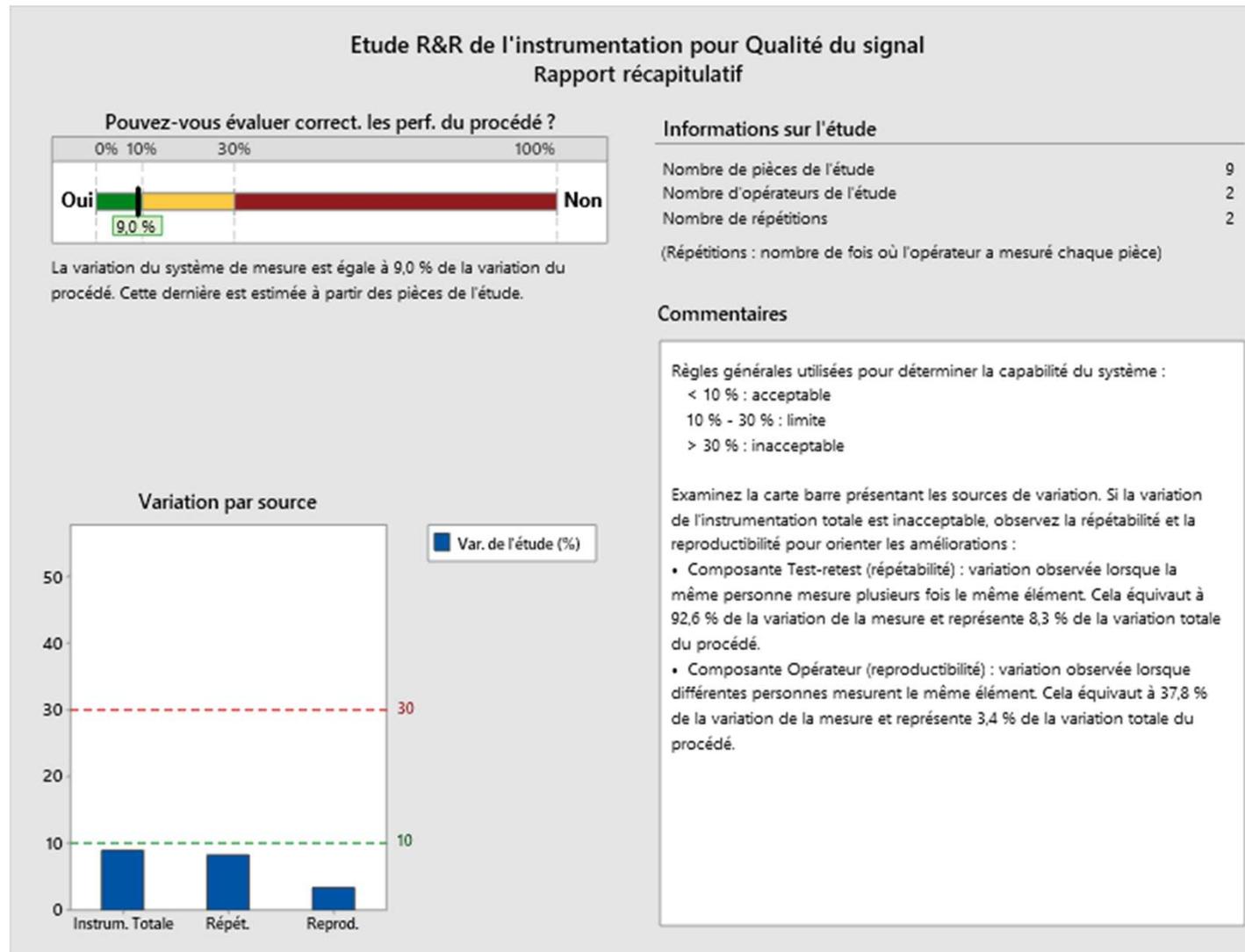


MESURER : Analyse du Système de Mesure

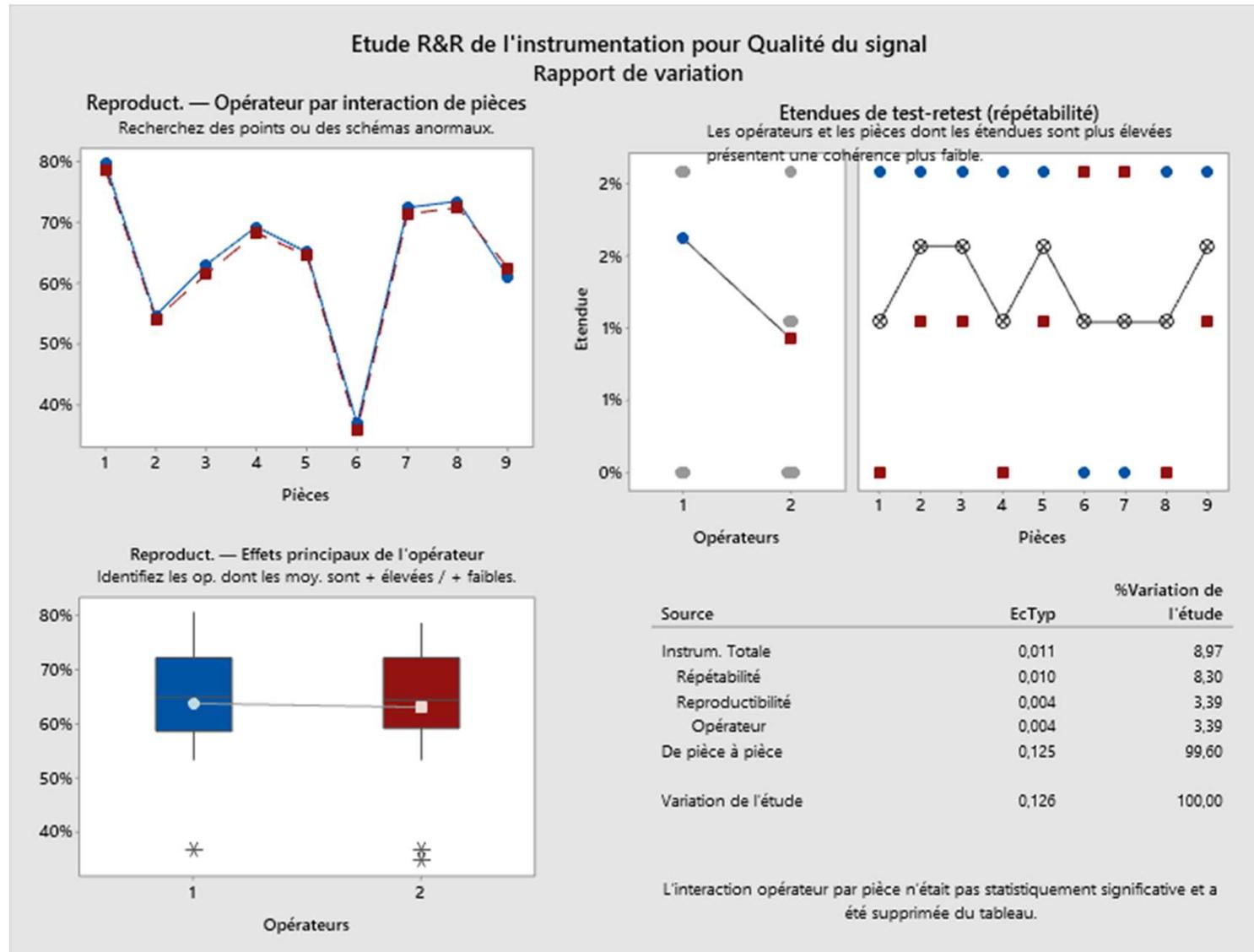
- ▶ Pour déterminer si le système de mesure fournit des données fiables, une étude R&R sera utilisée :
 - Répétabilité
 - Reproductibilité
- ▶ Plusieurs opérateurs enregistrent la force du signal de récepteurs

↓	C1	C2	C3	C4
	Emmeteur-Récepteur	Opérateur	Ordre des Essais	Qualité du signal
1	2	1	1	55%
2	8	1	2	74%
3	4	1	3	70%
4	1	1	4	81%
5	3	1	5	64%
6	9	1	6	62%
7	5	1	7	66%
8	6	1	8	37%
9	7	1	9	72%
10	9	2	10	62%
11	4	2	11	68%

MESURER : Etude R&R de l'instrumentation



MESURER : Etude R&R de l'instrumentation



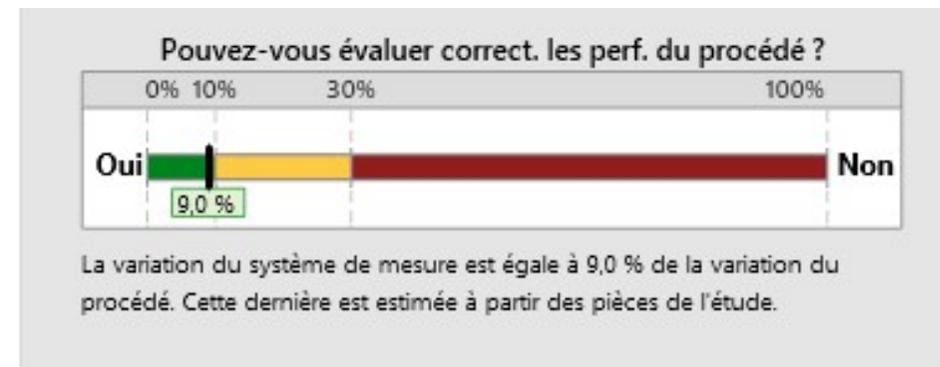
MESURER : Etude R&R de l'instrumentation

Etude R&R de l'instrumentation pour Qualité du signal Rapport

Vérifier	Statut	Description
Quantité de données		<p>Pour déterminer si un système de mesure est capable d'évaluer les performances du procédé, vous avez besoin de bonnes estimations de la variation du procédé et de celle des mesures.</p> <ul style="list-style-type: none">• Variation du procédé : constituée de la variation pièce à pièce et de la variation due aux mesures. Elle peut être estimée à partir d'un grand échantillon de données historiques, ou encore à partir des pièces de l'étude. Vous avez opté pour l'estimation à partir des pièces, mais vous disposez d'un nombre de pièces (9) inférieur au nombre demandé en général (10). La précision de cette estimation peut ne pas convenir. Si les pièces sélectionnées ne représentent pas la variabilité typique du procédé, envisagez d'entrer une estimation historique ou d'utiliser d'autres pièces.• Variation des mesures : estimée à partir des pièces, elle présente deux composantes, qui sont la reproductibilité et la répétabilité. Le nombre de pièces (9) ou d'opérateurs (2) est différent des nombres demandés habituellement, soit 10 pièces et 3 opérateurs. Les estimations de la variation des mesures risquent de manquer de précision. Vous devez considérer les estimations comme une indication des tendances générales plutôt que des résultats précis.

MESURER : Analyse du Système de Mesure

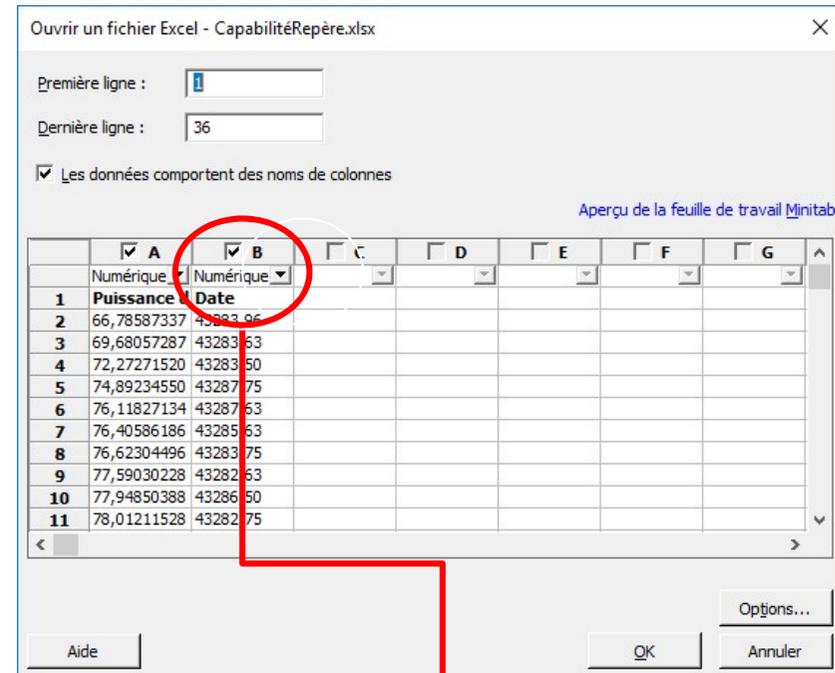
- ▶ L'étude R&R montre que le système de mesure est fiable
- ▶ La variation résultant de la mesure de la force du signal est faible par rapport à la variation du processus avec seulement 9%. Il y a une bonne précision dans la manière dont les mesures sont effectuées.



MESURER : Importation des données depuis Excel

Fichier > Ouvrir

- ▶ Evaluons l'état des lieux initial du procédé actuel



Changez le texte en date/heure

MESURER : Trier les données

Les données doivent être classées par ordre chronologique

Données
>Trier

	C1	C2-D
	Puissance du signal	Date
1	66,7859	02/07/2018 23:00:00
2	69,6806	02/07/2018 15:00:00
3	72,2727	02/07/2018 12:00:00
4	74,8923	06/07/2018 18:00:00
5	76,1183	06/07/2018 15:00:00
6	76,4059	04/07/2018 15:00:00
7	76,6230	02/07/2018 18:00:00
8	77,5903	01/07/2018 15:00:00
9	77,9485	05/07/2018 12:00:00
10	78,0121	01/07/2018 18:00:00
11	78,2663	03/07/2018 23:00:00
12	79,7550	03/07/2018 12:00:00
13	79,9380	06/07/2018 12:00:00
14	80,0538	07/07/2018 23:00:00
15	80,1374	07/07/2018 09:00:00
16	80,9198	07/07/2018 18:00:00
17	81,5827	05/07/2018 23:00:00
18	81,8099	01/07/2018 12:00:00
19	81,8885	03/07/2018 09:00:00
20	82,0549	07/07/2018 12:00:00
21	82,2363	04/07/2018 12:00:00
22	82,3718	01/07/2018 23:00:00
23	82,6697	06/07/2018 09:00:00
24	83,1818	06/07/2018 23:00:00
25	83,3730	04/07/2018 18:00:00
26	83,3936	05/07/2018 09:00:00
27	83,4222	02/07/2018 15:00:00



Trier

C1 Puissance du signal
C2 Date

Colonnes à trier par :

Niveau	Colonne	Ordre
1	Date	Croissant
2		Croissant
3		Croissant
4		Croissant
5		Croissant
6		Croissant
7		Croissant

Colonnes à trier :
Toutes les colonnes

Emplacement de stockage des colonnes triées :
A la fin de la feuille de travail en cours

Sélectionner

Aide

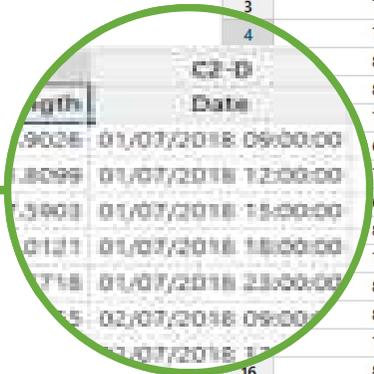
OK Annuler

MESURER : Déceler les tendances dans les données

► 5 mesures ont été prises chez un producteur de mâts entre le 1^{er} et 7 juillet 2018 à des intervalles réguliers :

- 9h
- midi
- 15h
- 18h
- 23h

sur une journée d'expérimentation



↓	C1	C2-D
	Puissance du signal	Date
1	83,9026	01/07/2018 09:00:00
2	81,8099	01/07/2018 12:00:00
3	77,5903	01/07/2018 15:00:00
4	78,0121	01/07/2018 18:00:00
	82,3718	01/07/2018 23:00:00
	87,3855	02/07/2018 09:00:00
	72,2727	02/07/2018 12:00:00
	69,6806	02/07/2018 15:00:00
	76,6230	02/07/2018 18:00:00
	66,7859	02/07/2018 23:00:00
	81,8885	03/07/2018 09:00:00
	79,7550	03/07/2018 12:00:00
	83,4222	03/07/2018 15:00:00
	83,4757	03/07/2018 18:00:00
	78,2663	03/07/2018 23:00:00
16	86,2000	04/07/2018 09:00:00
17	82,2363	04/07/2018 12:00:00
18	76,4059	04/07/2018 15:00:00
19	83,3730	04/07/2018 18:00:00
20	87,2000	04/07/2018 23:00:00
21	83,3936	05/07/2018 09:00:00
22	77,9485	05/07/2018 12:00:00
23	84,0667	05/07/2018 15:00:00
24	83,7765	05/07/2018 18:00:00
25	81,5827	05/07/2018 23:00:00
26	82,6697	06/07/2018 09:00:00
27	79,9380	06/07/2018 12:00:00
28	76,1183	06/07/2018 15:00:00
29	74,8923	06/07/2018 18:00:00
30	83,1818	06/07/2018 23:00:00
31	80,1374	07/07/2018 09:00:00
32	82,0549	07/07/2018 12:00:00
33	83,9026	07/07/2018 15:00:00
34	80,9198	07/07/2018 18:00:00
35	80,0538	07/07/2018 23:00:00

MESURER : Formatage conditionnel

- ▶ Le niveau de signal le plus faible toléré est 80.
- ▶ En étudiant les données, il est possible d'identifier à quelles dates et quelles heures le signal était le plus faible
- ▶ Le signal est souvent faible vers 15h
- ▶ Notons que le 2 juillet 2018, la puissance du signal semblait être anormalement insuffisante

↓	C1	C2-D
	Puissance du signal	Date
1	83,9026	01/07/2018 09:00:00
2	81,8099	01/07/2018 12:00:00
3	77,5903	01/07/2018 15:00:00
4	78,0121	01/07/2018 18:00:00
5	82,3718	01/07/2018 23:00:00
6	87,3855	02/07/2018 09:00:00
7	72,2727	02/07/2018 12:00:00
8	69,6806	02/07/2018 15:00:00
9	76,6230	02/07/2018 18:00:00
10	66,7859	02/07/2018 23:00:00
11	81,8885	03/07/2018 09:00:00
12	79,7550	03/07/2018 12:00:00
13	83,4222	03/07/2018 15:00:00
14	83,4757	03/07/2018 18:00:00
15	78,2663	03/07/2018 23:00:00
16	86,2000	04/07/2018 09:00:00
17	82,2363	04/07/2018 12:00:00
18	76,4059	04/07/2018 15:00:00
19	83,3730	04/07/2018 18:00:00
20	87,2000	04/07/2018 23:00:00
21	83,3936	05/07/2018 09:00:00
22	77,9485	05/07/2018 12:00:00
23	84,0667	05/07/2018 15:00:00
24	83,7765	05/07/2018 18:00:00
25	81,5827	05/07/2018 23:00:00
26	82,6697	06/07/2018 09:00:00
27	79,9380	06/07/2018 12:00:00
28	76,1183	06/07/2018 15:00:00
29	74,8923	06/07/2018 18:00:00
30	83,1818	06/07/2018 23:00:00
31	80,1374	07/07/2018 09:00:00
32	82,0549	07/07/2018 12:00:00
33	83,9026	07/07/2018 15:00:00
34	80,9198	07/07/2018 18:00:00
35	80,0538	07/07/2018 23:00:00

MESURER : Identifier le jour de la semaine par rapport à une date

- ▶ Vous pouvez utiliser la fonctionnalité 'Extraire au format texte' une 'date/heure'
- ▶ Le procédé peut être répété à partir d'une date/heure numérique pour extraire une heure précise d'expérimentation

↓	C1	C2-D	C3-T	C4-T
	Signal Strength	Date	Jour	Heure
1	83,9026	01/07/2018 09:00:00	dim	09
2	81,8099	01/07/2018 12:00:00	dim	12
3	77,5903	01/07/2018 15:00:00	dim	15
4	78,0121	01/07/2018 18:00:00	dim	18
5	82,3718	01/07/2018 23:00:00	dim	23
6	87,3855	02/07/2018 09:00:00	lun	09
7	72,2727	02/07/2018 12:00:00	lun	12
8	69,6806	02/07/2018 15:00:00	lun	15
9	76,6230	02/07/2018 18:00:00	lun	18
10	66,7859	02/07/2018 23:00:00	lun	23
11	81,8885	03/07/2018 09:00:00	mar	09
12	79,7550	03/07/2018 12:00:00	mar	12
13	83,4222	03/07/2018 15:00:00	mar	15
14	83,4757	03/07/2018 18:00:00	mar	18
15	78,2663	03/07/2018 23:00:00	mar	23
16	86,2000	04/07/2018 09:00:00	mer	09
17	82,2363	04/07/2018 12:00:00	mer	12
18	76,4059	04/07/2018 15:00:00	mer	15
19	83,3730	04/07/2018 18:00:00	mer	18
20	87,2000	04/07/2018 23:00:00	mer	23
21	83,3936	05/07/2018 09:00:00	jeu	09
22	77,9485	05/07/2018 12:00:00	jeu	12
23	84,0667	05/07/2018 15:00:00	jeu	15
24	83,7765	05/07/2018 18:00:00	jeu	18
25	81,5827	05/07/2018 23:00:00	jeu	23
26	82,6697	06/07/2018 09:00:00	ven	09
27	79,9380	06/07/2018 12:00:00	ven	12
28	76,1183	06/07/2018 15:00:00	ven	15
29	74,8923	06/07/2018 18:00:00	ven	18
30	83,1818	06/07/2018 23:00:00	ven	23
31	80,1374	07/07/2018 09:00:00	sam	09
32	82,0549	07/07/2018 12:00:00	sam	12
33	83,9026	07/07/2018 15:00:00	sam	15
34	80,9198	07/07/2018 18:00:00	sam	18
35	80,0538	07/07/2018 23:00:00	sam	23

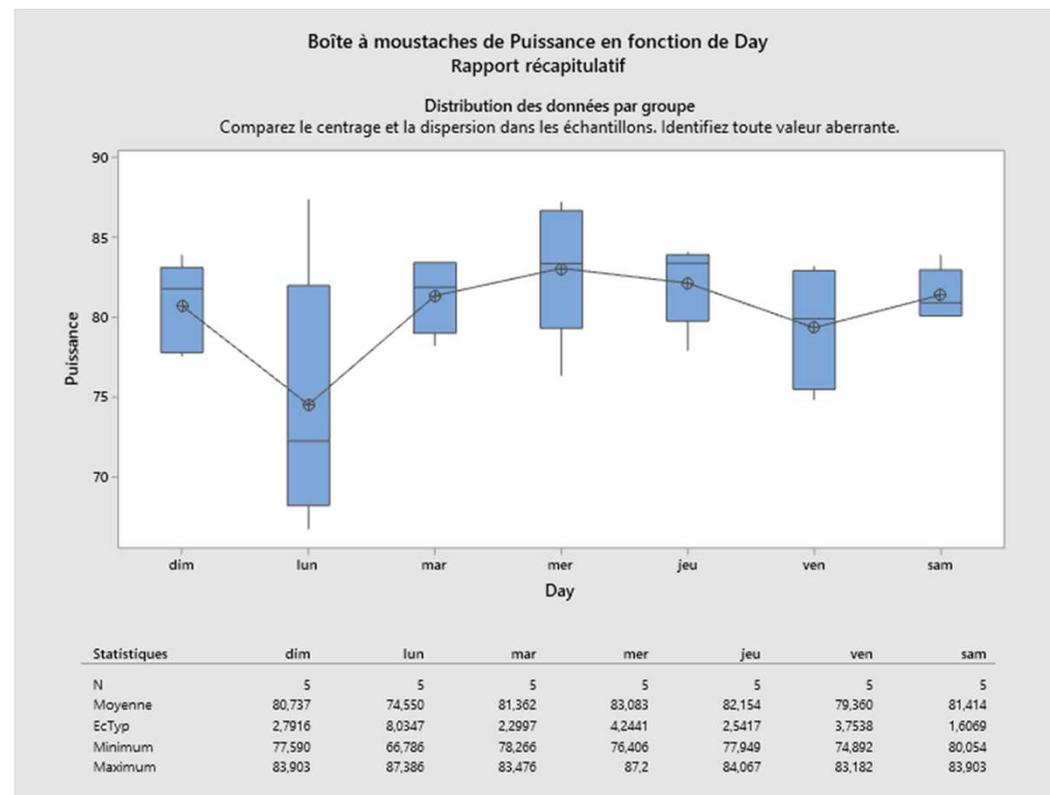
MESURER : Représentations graphiques simples

La boîte à moustaches révèle des forces de signal similaires chaque jour jusqu'au lundi 2 juillet

Ce jour-là l'antenne produit un signal moyen plus faible et la variabilité est plus importante.

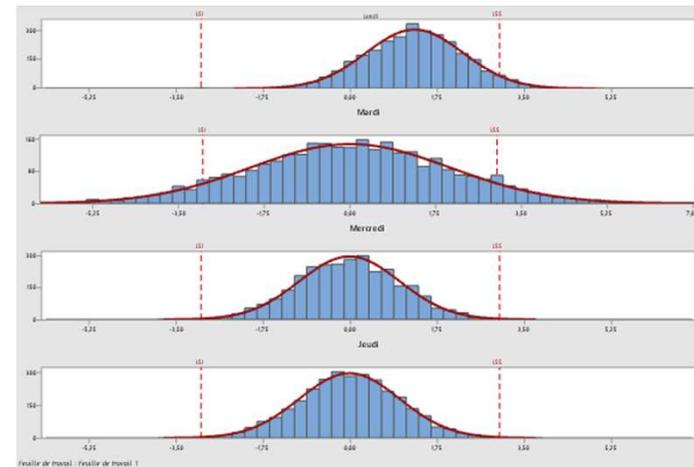
Nous ferons des recherches ultérieurement sur ce point.

Auparavant...



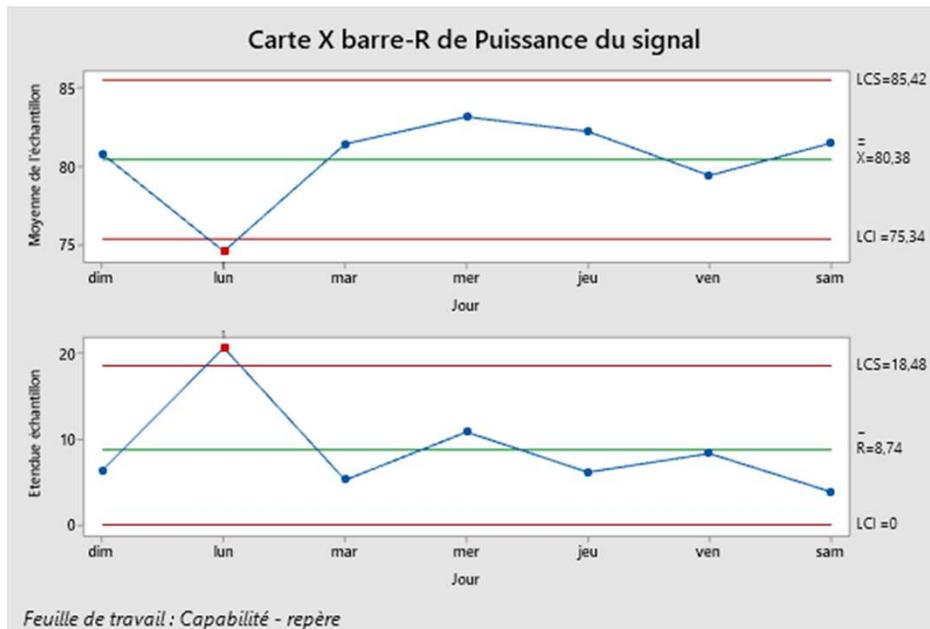
MESURER : Cartes de contrôle

- ▶ Vérifier si la puissance du signal répond aux exigences client ← la performance respecte-t-elle les specifications ?
- ▶ Vérifier tout d'abord la variation
- ▶ La capacité est-elle stable ?



MESURER : Cartes de contrôle

- ▶ La carte supérieure dans le graphique ci-dessous suit la moyenne dans le temps de la production d'antennes
- ▶ La carte inférieure vérifie la variabilité entre antennes produites, sont-elles cohérentes ?

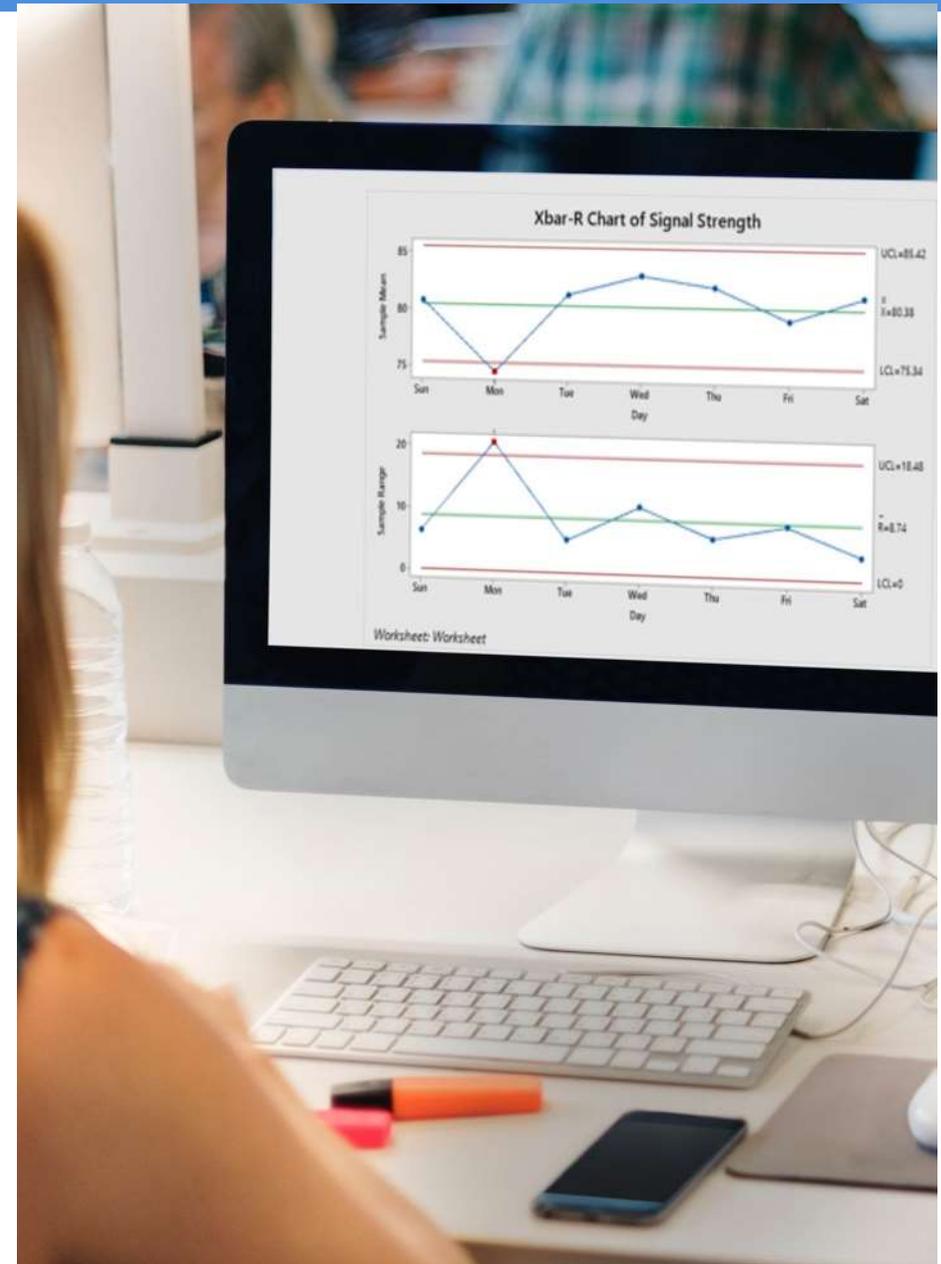


Processus instable:

- Moyenne $<75.4\%$ ou $>85.2\%$
- Etendue $>18.1\%$

MESURER : Cartes de contrôle

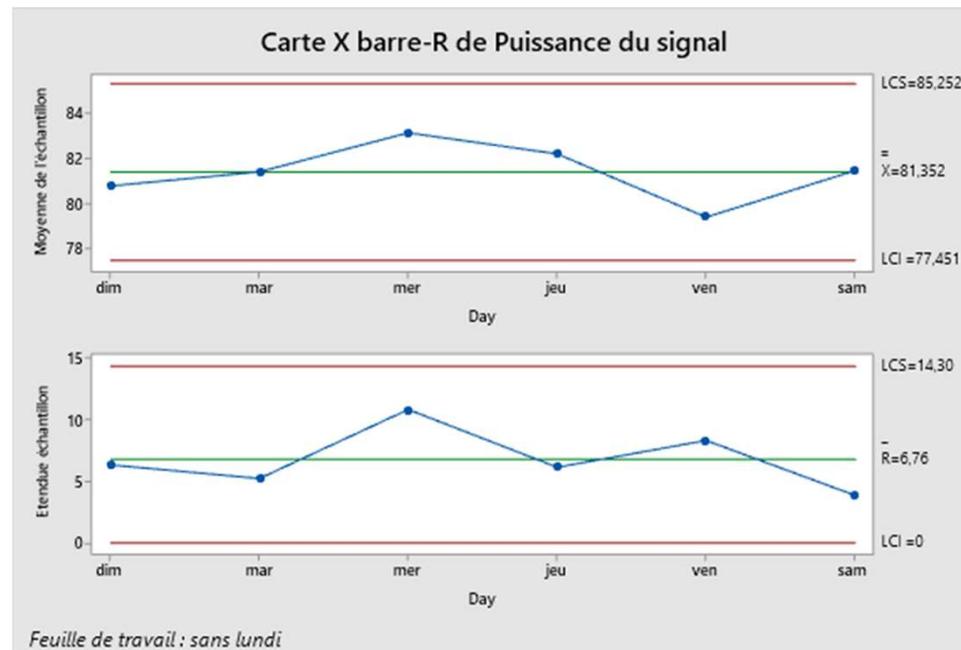
- ▶ La carte montre une variation due à une cause spéciale
- ▶ Pour les antennes produites le lundi 2 juillet :
 - Variation trop importante
 - Moyenne trop basse
- ▶ Un problème ponctuel sur la ligne d'assemblage a été détecté
- ▶ La donnée liée à la cause spéciale est retirée et la carte est de nouveau créée



MESURER : Cartes de contrôle

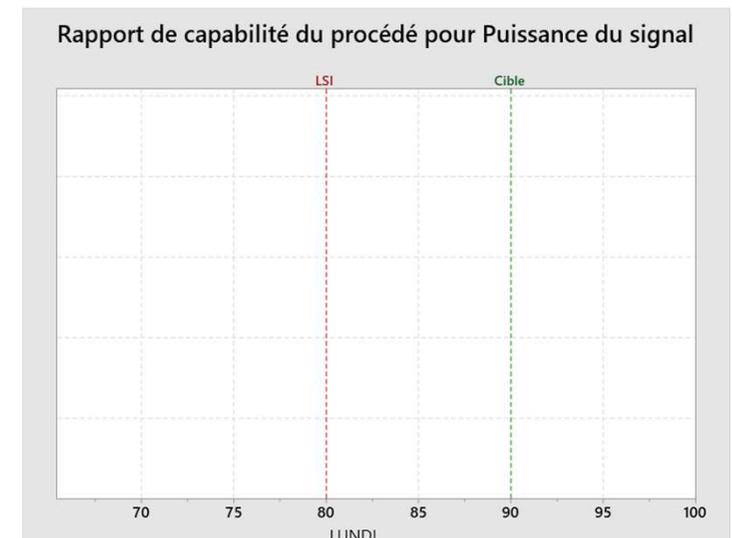
- ▶ La cause spéciale ayant été éliminée, le procédé est à présent stable
- ▶ Tous les points sont dans les limites de contrôle

Nous pouvons analyser la capacité en toute confiance, elle devrait peu changer dans le temps

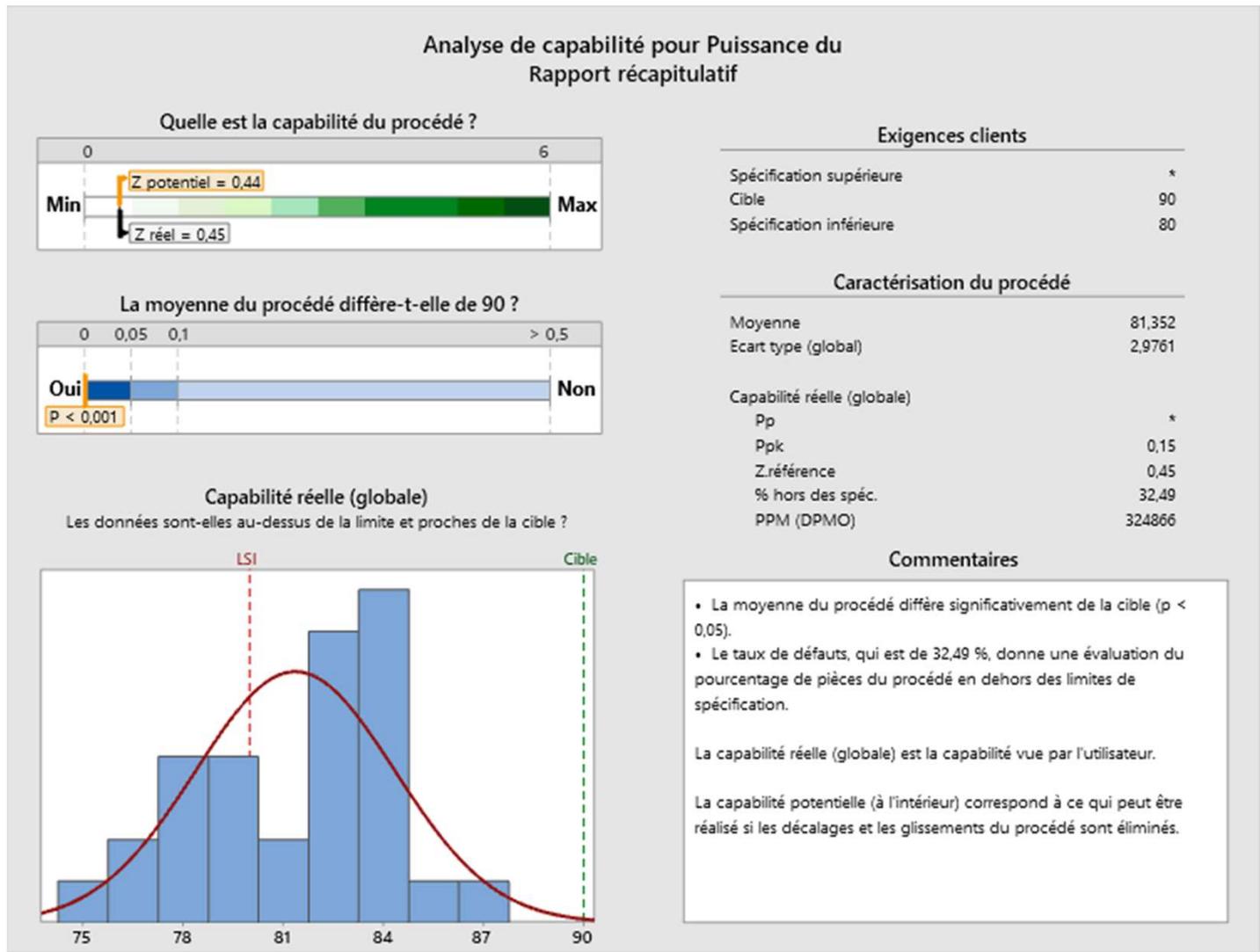


MESURER : Analyse de capacité

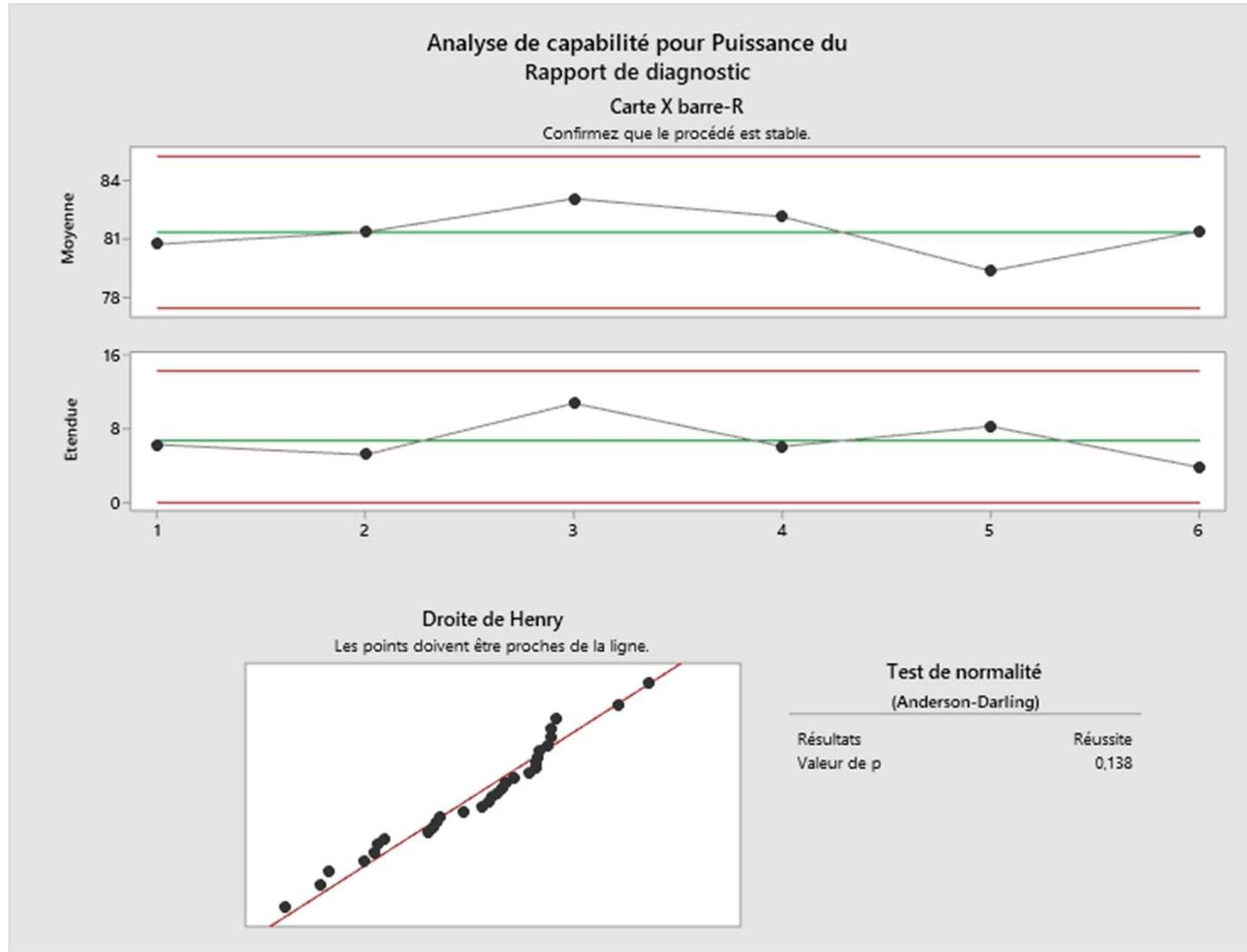
- ▶ Vérifier si le procédé :
 - a une performance acceptable
 - respecte les spécifications
- ▶ Situer la capacité pour quantifier chaque amélioration obtenue
 - Limite inférieure, force du signal : **80%**
 - Cible : **90%** ou plus
 - Proportion de **connexions du signal** en dehors des spécifications : **100 sur un million**



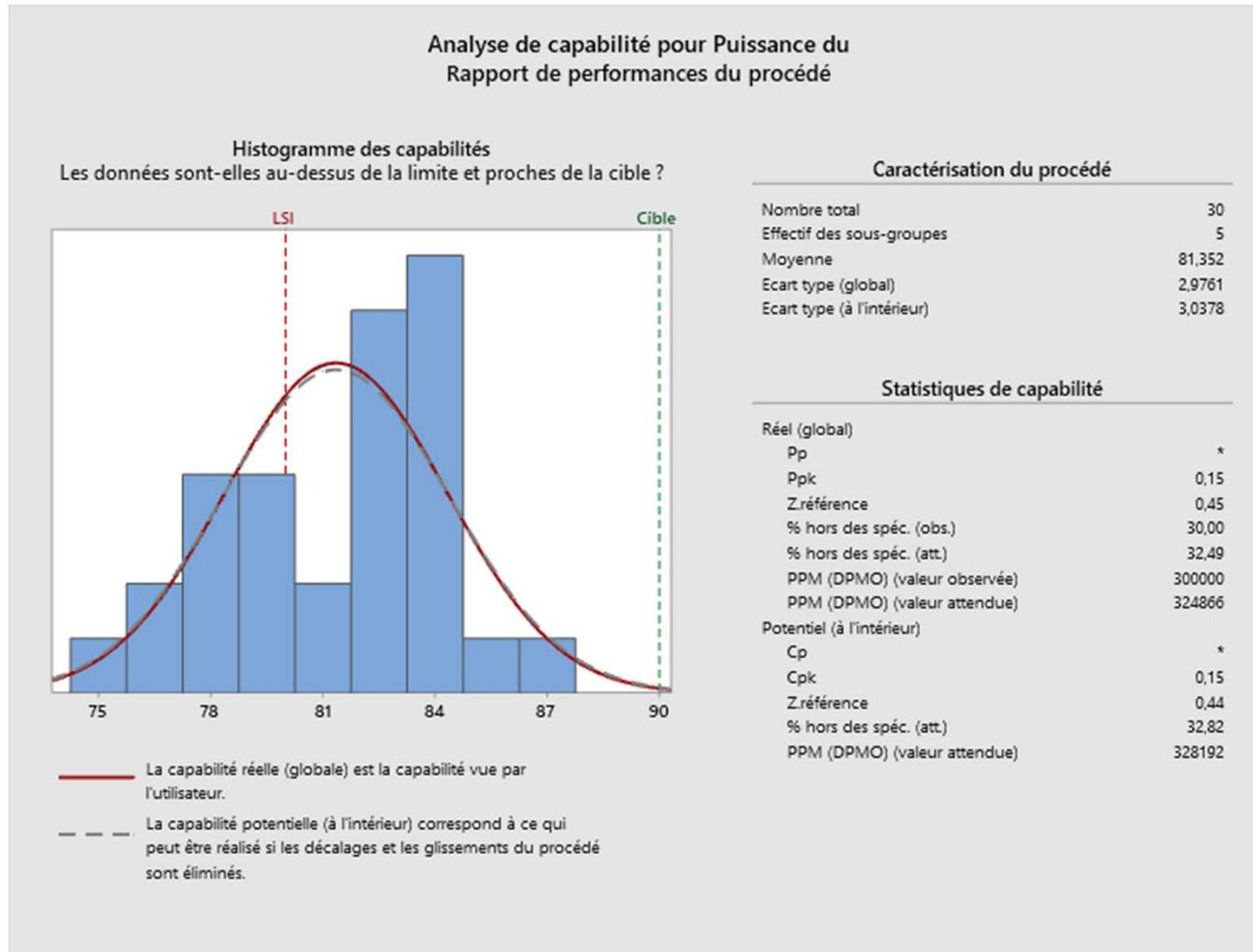
MESURER : Analyse de capabilité



MESURER : Analyse de capabilité



MESURER : Analyse de capabilité

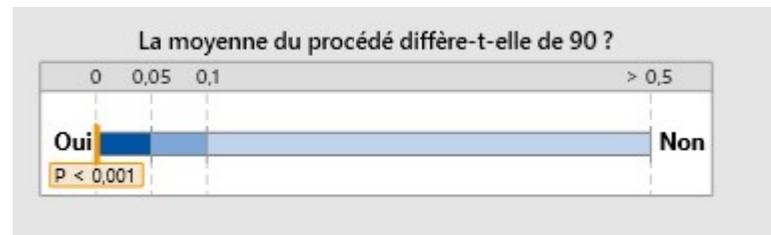
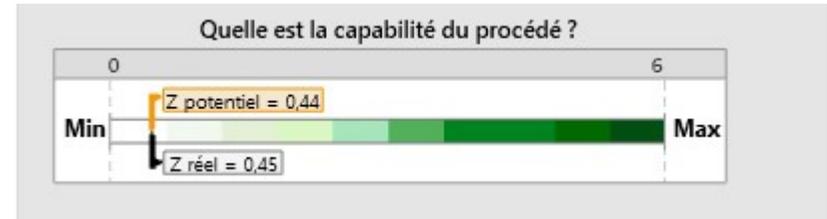


MESURER : Analyse de capabilité

Analyse de capabilité pour Puissance du Rapport		
Vérifier	Statut	Description
Stabilité		La variation et la moyenne du procédé sont stables. Aucun point n'est hors contrôle.
Nombre de sous-groupes		Vous avez uniquement 6 sous-groupes. Pour une analyse de capabilité, il est en général recommandé de collecter au moins 25 sous-groupes sur une période assez longue pour capturer les différentes sources de variation du procédé.
Normalité		Vos données ont réussi le test de normalité. Si vous avez suffisamment de données, les estimations de capabilité doivent être assez précises.
Quantité de données		Le nombre total d'observations est inférieur à 100. Vous n'avez peut-être pas assez de données pour obtenir des estimations de capabilité assez précises. Plus le nombre d'observations est faible, moins les estimations sont précises.

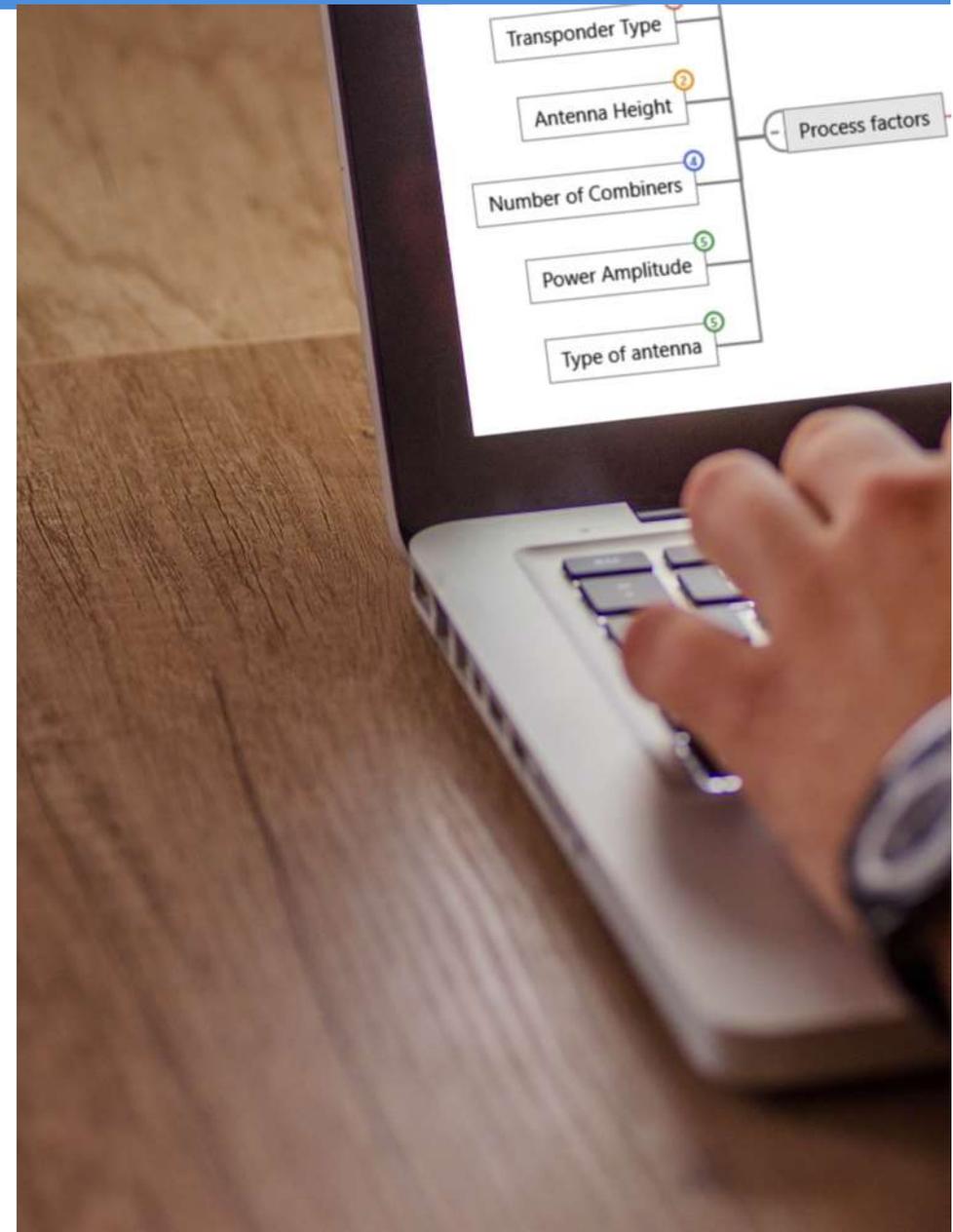
MESURER : Analyse de capabilité

- ▶ Capabilité insuffisante
- ▶ Niveau de qualité inacceptable
Plus de 300 000 mesures sur un million sont susceptibles d'être en deçà de la spécification inférieure à 80%
- ▶ L'écart-type est significative → la force moyenne du signal est inférieure à la valeur cible 90

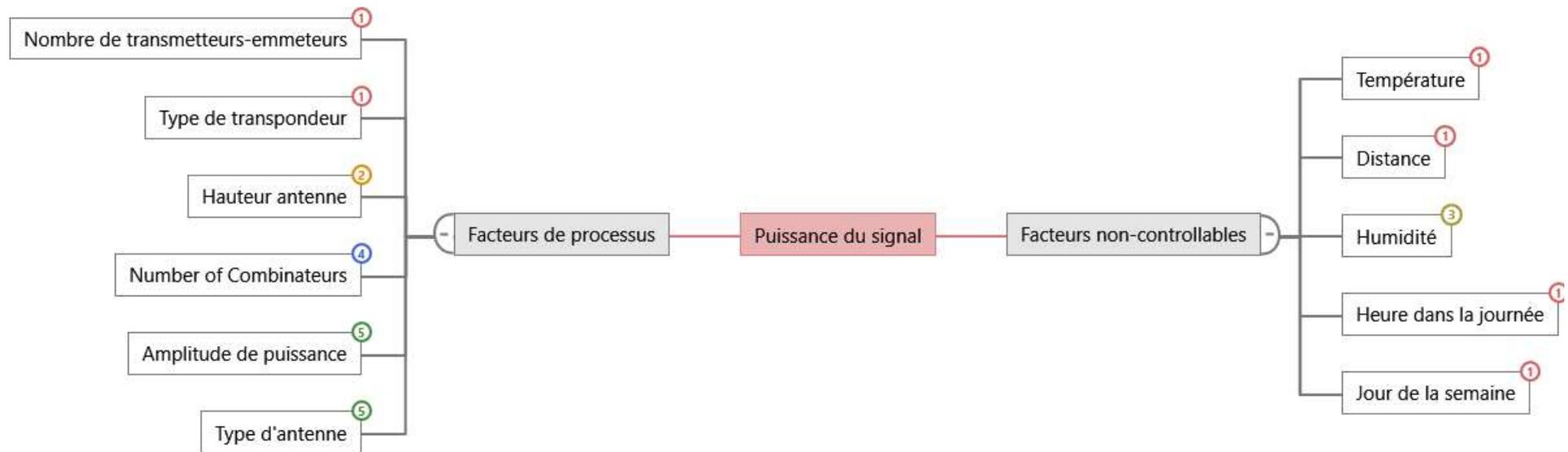


ANALYSER : Carte des idées

- ▶ Force moyenne du signal trop faible
- ▶ Variabilité du signal trop importante d'une antenne à l'autre
- ▶ Capabilité insuffisante, il faut trouver quels facteurs changer pour améliorer le procédé
- ▶ L'équipe se réunit pour échanger des idées



ANALYSER : Carte des idées



ANALYSER : Matrice des causes et effets

Permet de tirer parti de l'expertise de toute l'équipe sur les facteurs contrôlables les plus intéressants à étudier, ici :

- Nombre d'émetteurs-récepteurs
- Type de transmetteur
- Taille de l'antenne
- Nombre de connecteurs
- Amplitude et puissance
- Type d'antenne



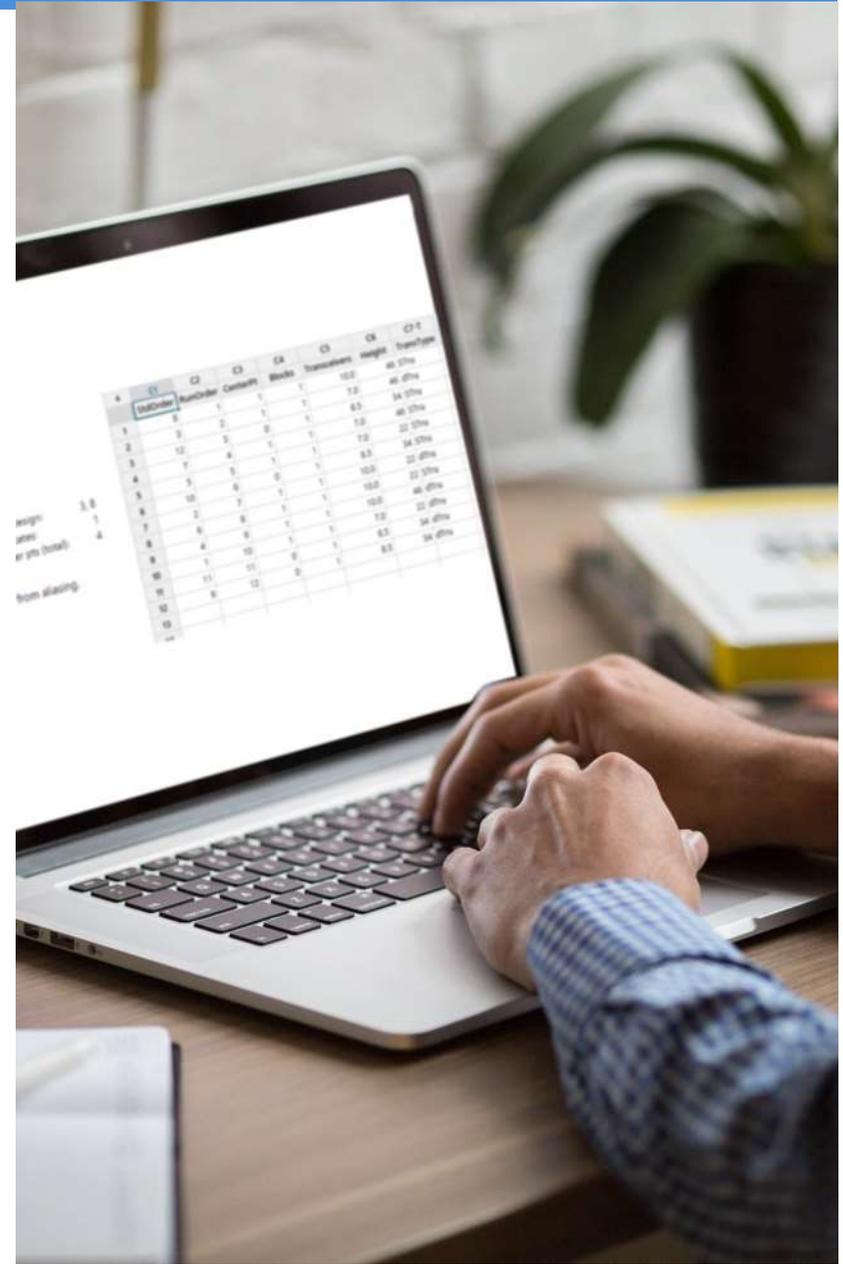
ANALYSER : Matrice des causes et effets

C&E Matrix

Importance of each output to the customer		7	9			
Outputs		Signal Strength	Connection			
Process Map - Activity	Inputs (X Variables)			Weighted Value by Input	% of Net Effect by Input	Status
Weighted effect on each output		*	*			

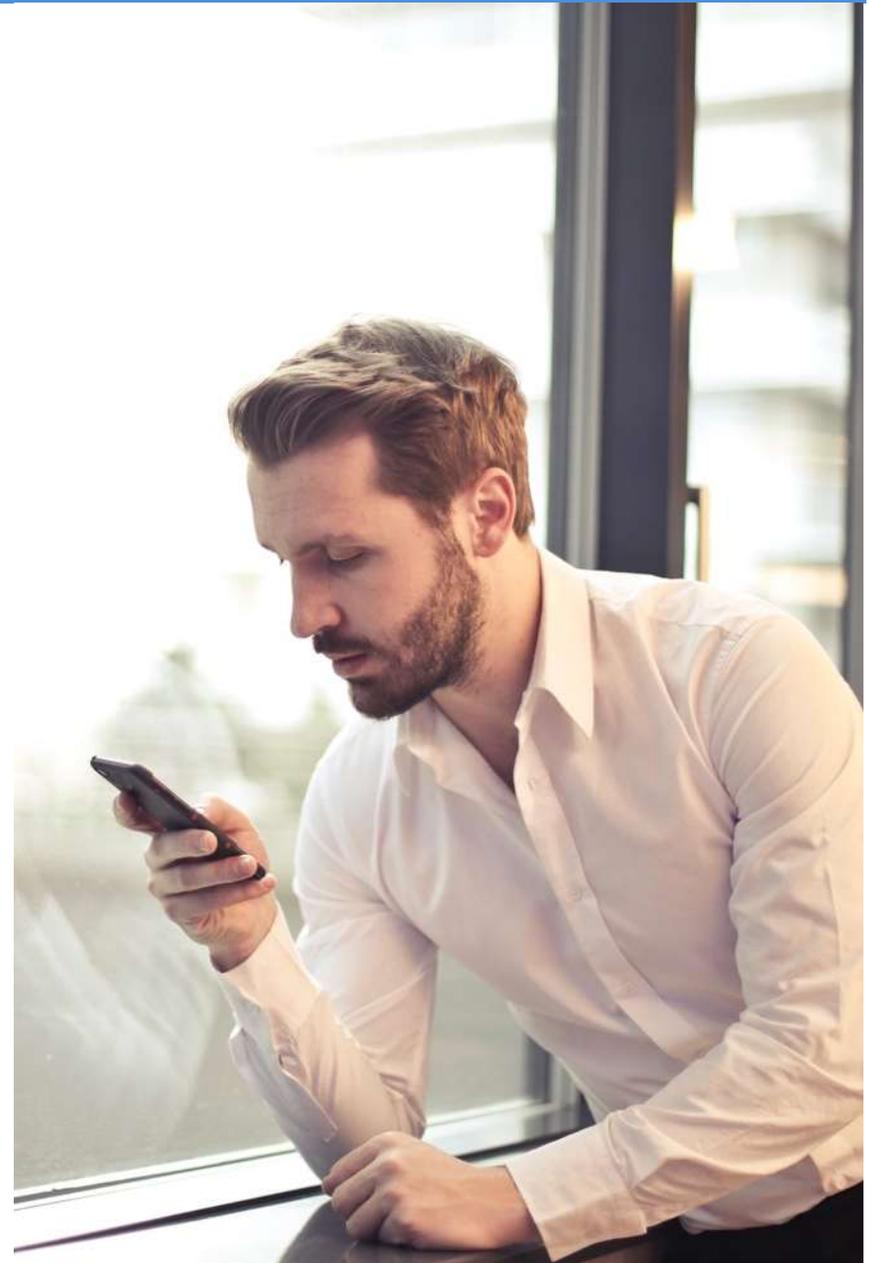
ANALYSER : Plan d'expériences

- ▶ Quantifier l'influence des facteurs les plus intéressants sur la puissance du signal
- ▶ Ces facteurs peuvent être fixés à des niveaux différents pour obtenir des meilleurs résultats ← cela permettra d'optimiser le procédé
- ▶ Aucun doute sur la relation entre la connexion (oui ou non, réponse binaire) et la force du signal.



ANALYSER : Plan d'expériences

- ▶ Trois facteurs sont testés pour vérifier s'ils ont une influence sur la force de signal :
 - Nombre d'émetteurs-récepteurs
 - Hauteur des antennes
 - Type de transmetteur



ANALYSER : Plan d'expériences

Récapitulatif du plan

Facteurs : 3 Plan de base : 3; 8
 Essais : 10 Répliques : 1
 Blocs : 1 Points centraux (total) : 2

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7-T
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	Emmeteur-Recepteur	Hauteur	Type_ER
1	1	3	1	1	7,0	22	dTRU
2	2	1	1	1	10,0	22	dTRU
3	3	2	1	1	7,0	46	dTRU
4	4	9	1	1	10,0	46	dTRU
5	5	5	1	1	7,0	22	sTRU
6	6	7	1	1	10,0	22	sTRU
7	7	12	1	1	7,0	46	sTRU
8	8	11	1	1	10,0	46	sTRU
9	9	10	0	1	8,5	34	dTRU
10	10	8	0	1	8,5	34	sTRU
11	11	6	0	1	8,5	34	dTRU
12	12	4	0	1	8,5	34	sTRU

ANALYSER : Plan d'expériences

Récapitulatif du modèle

R carré de la somme des carrés des écarts	R carré (ajusté) de la somme des carrés des écarts	AIC	AICc	BIC
97,28%	95,26%	67,39	77,39	69,82

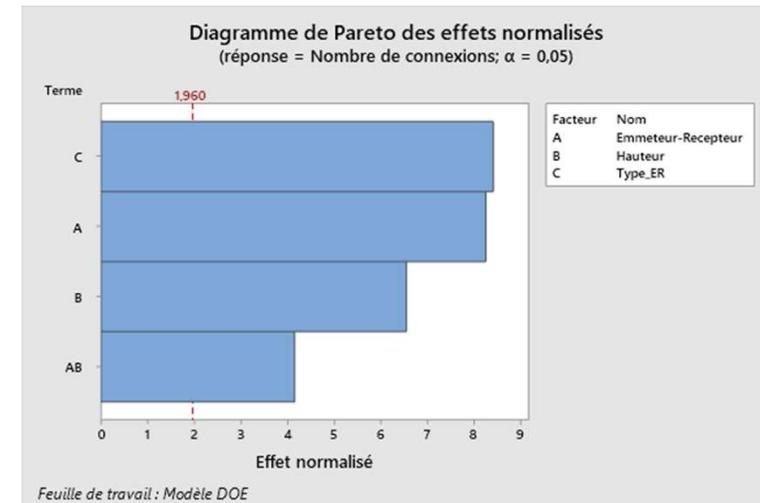
Analyse de la variance

Source	DL	Somme des carrés des écarts ajustée	Moyenne ajustée	Khi deux	Valeur de p
Modèle	4	192,913	48,2284	192,91	0,000
Emmeteur-Recepteur	1	85,908	85,9079	85,91	0,000
Hauteur	1	51,582	51,5816	51,58	0,000
Type_ER	1	77,332	77,3325	77,33	0,000
Emmeteur-Recepteur*Hauteur	1	19,521	19,5206	19,52	0,000
Erreur	7	5,399	0,7713		
Courbure	1	2,416	2,4155	2,42	0,120
Total	11	198,312			

Equation de régression en unités non codées

$$P(\text{Connexion}) = \exp(Y') / (1 + \exp(Y'))$$

$$Y' = 1,72 - 0,275 \text{ Emmeteur-Recepteur} - 0,1619 \text{ Hauteur} - 0,6469 \text{ Type_ER} + 0,02635 \text{ Emmeteur-Recepteur*Hauteur}$$

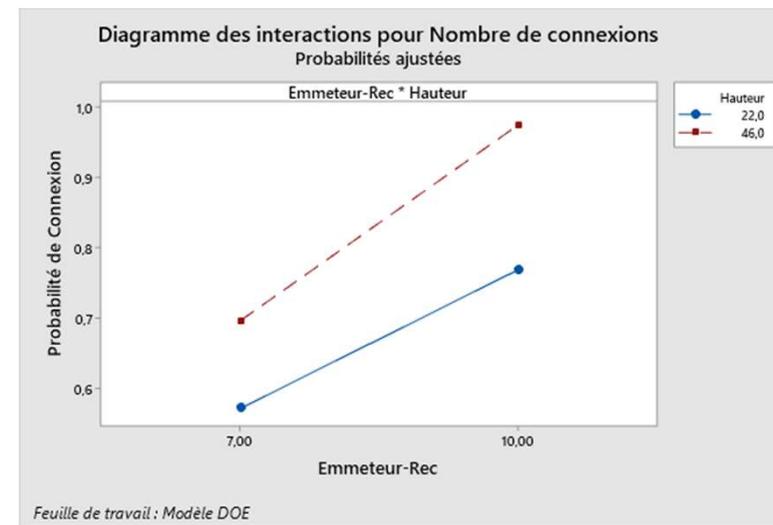
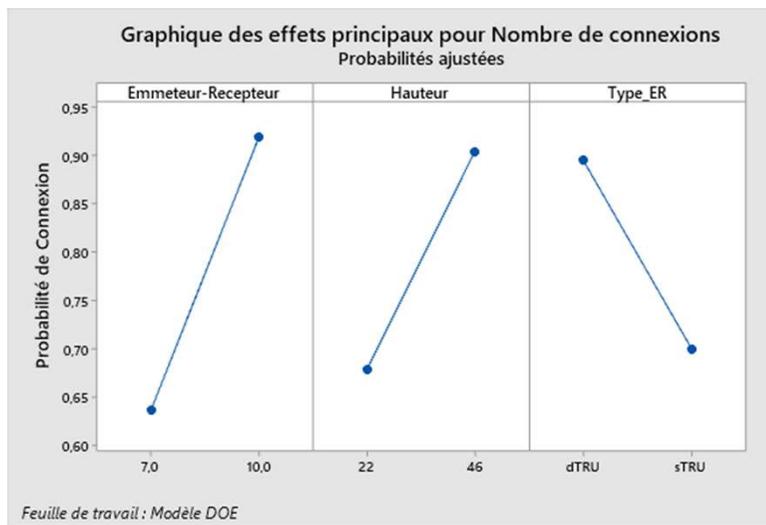


Tous les effets principaux restent dans le modèle.

Le type de transmetteur et la taille ont-ils une influence sur le taux de connexion ?

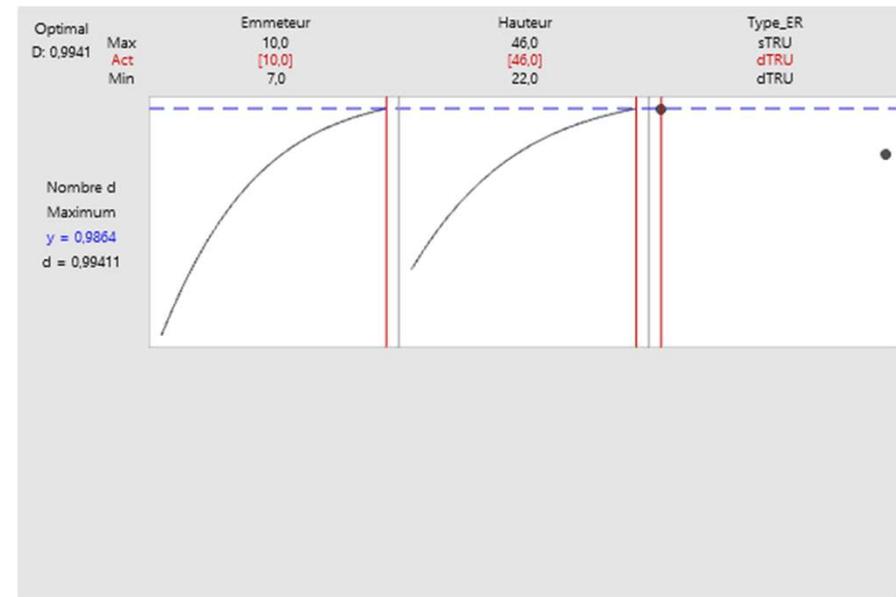
ANALYSER : Plan d'expériences

- ▶ Configuration idéale :
 - grand nombre de transmetteurs-récepteurs
 - taille d'antenne plus conséquente
- ▶ Diagramme des interactions : synergie entre les deux paramétrages
- ▶ Taux de connexion transmetteur dTru > taux de connexion transmetteur sTru



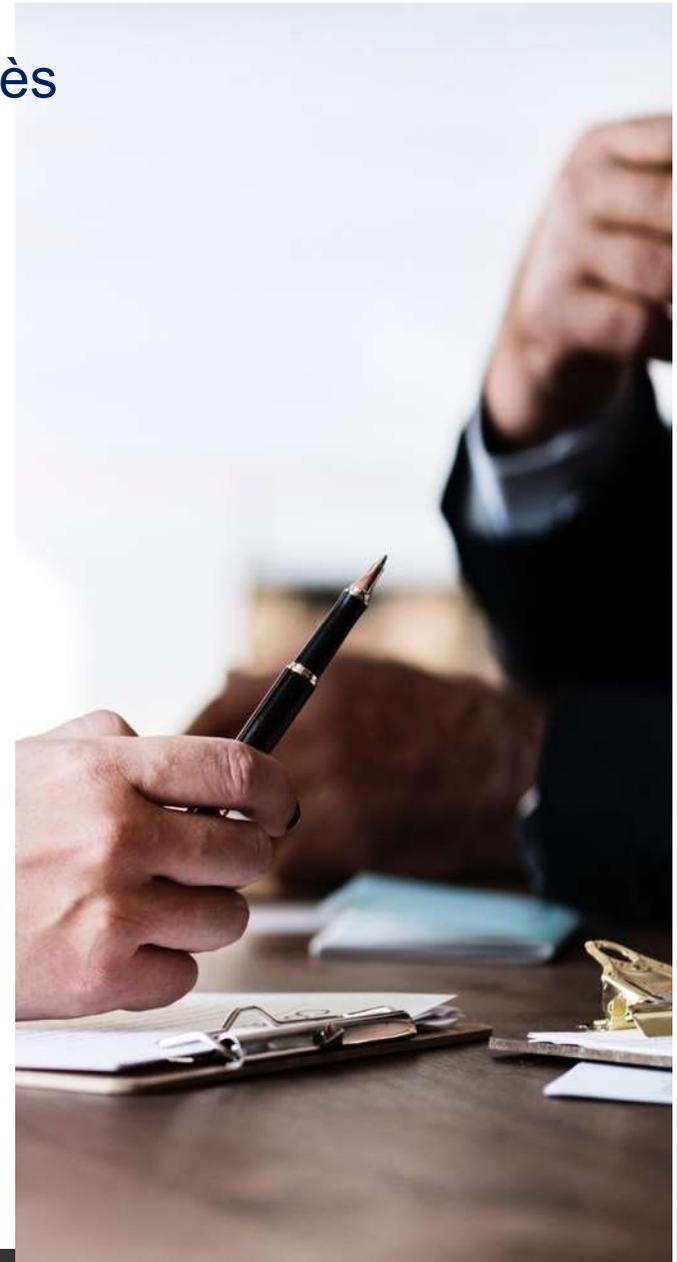
ANALYSER : Plan d'expériences

- ▶ optimiser le taux de connexion, = maximiser le nombre d'émetteurs-récepteurs et la taille
- ▶ Ce changement permettrait d'atteindre un taux de connexion de 98%
- ▶ Résultats similaires pour la force du signal

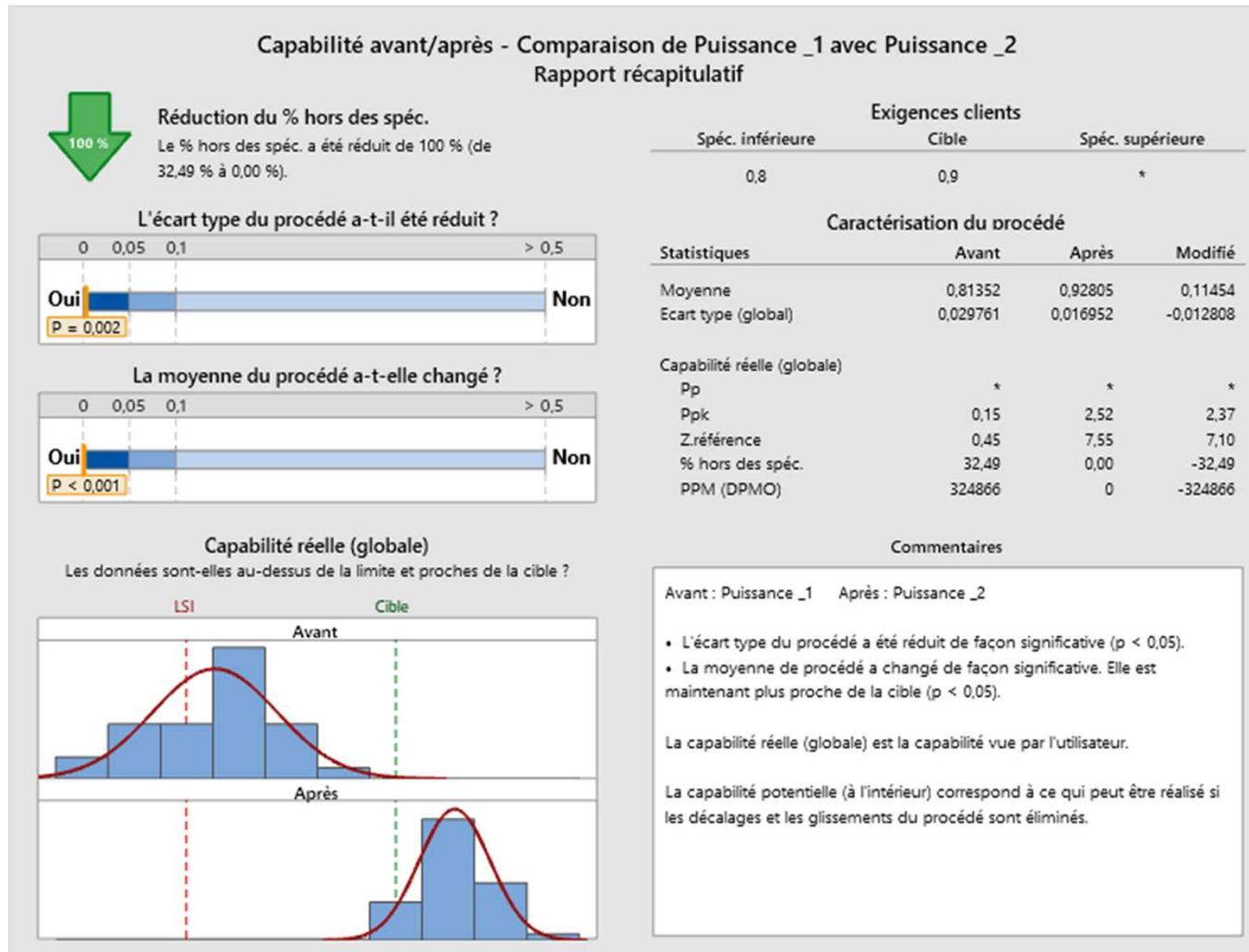


AMELIORER : Analyse de capacité avant/après

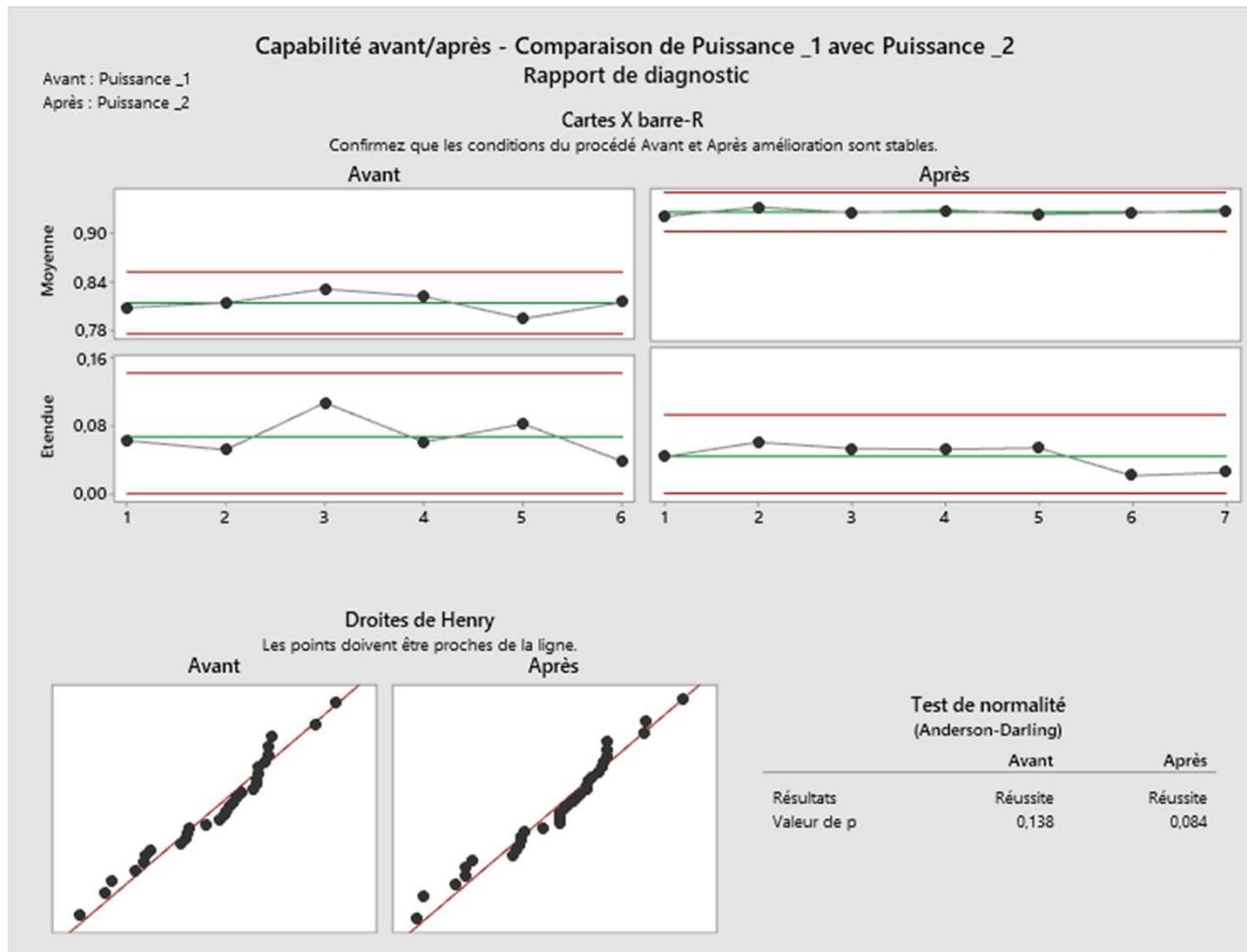
- ▶ La capacité de la force du signal pour l'ancien modèle d'antenne est faible
- ▶ Puissances de signal $< 80\%$ du résultat attendu. Le nombre de défauts par million d'opportunités n'est pas de 100.
- ▶ Suite au changement de procédé, la capacité est de nouveau calculée et comparée au résultat initial, pour vérifier l'amélioration et la stabilité du procédé
- ▶ Une carte de contrôle nous permettra de vérifier que la production est stable



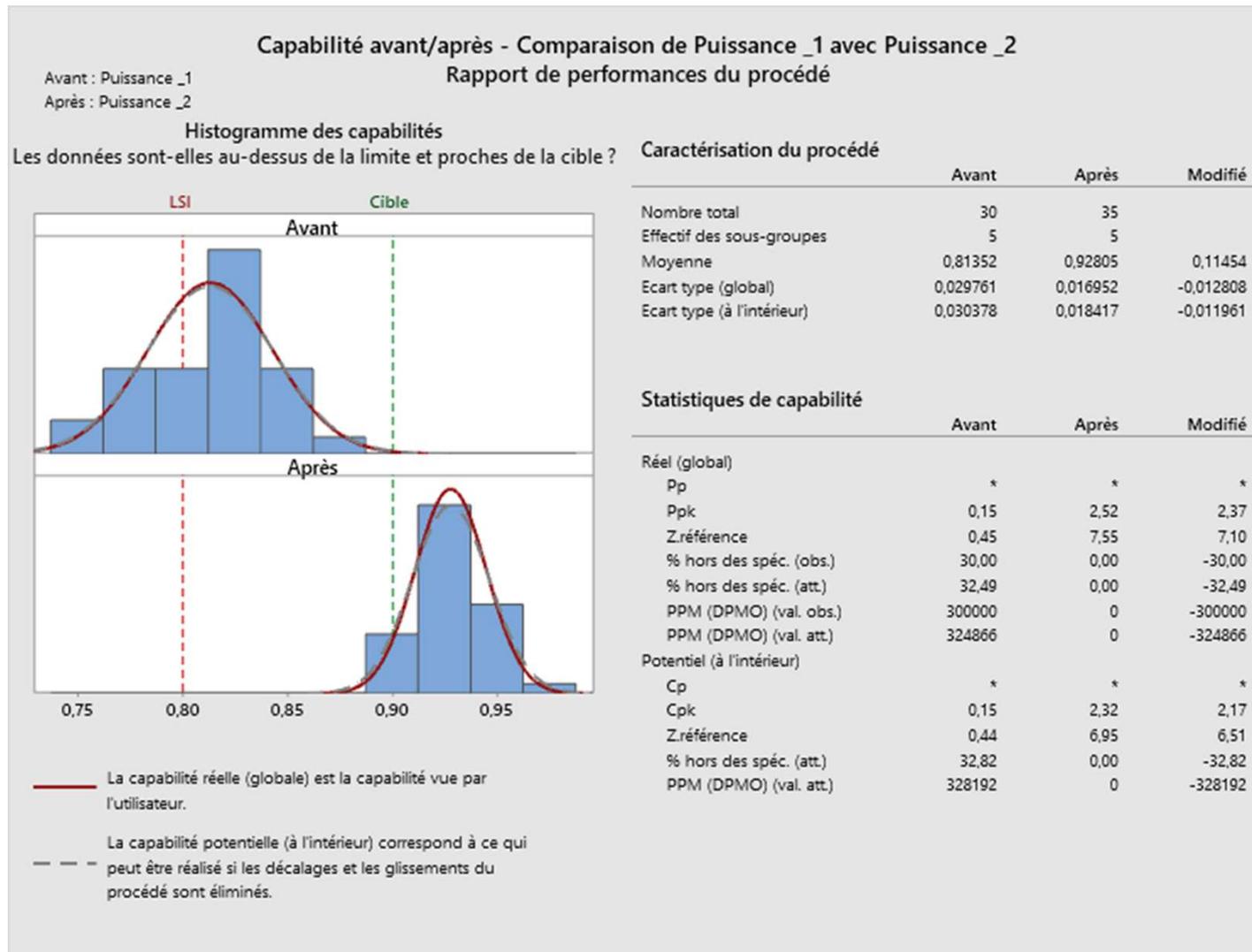
AMELIORER : Analyse de capacité avant/après



AMELIORER : Analyse de capacité avant/après



AMELIORER : Analyse de capacité avant/après

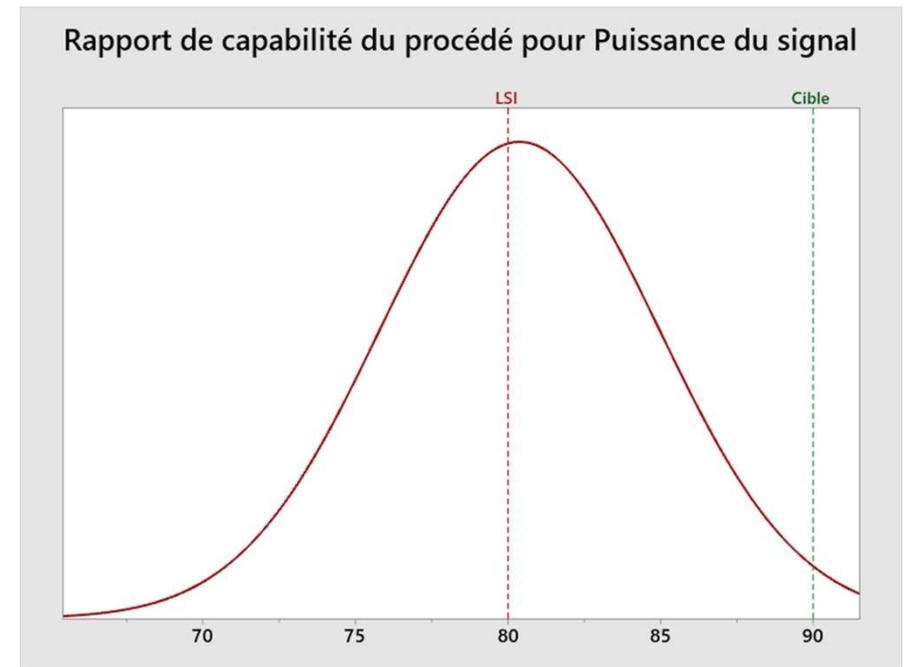


AMELIORER : Analyse de capacité avant/après

Capabilité avant/après - Comparaison de Puissance _1 avec Puissance _2		
Rapport		
Vérifier	Statut	Description
Stabilité		Pour les données aussi bien Avant qu'Après amélioration, la variation et la moyenne du procédé sont stables. Il n'y a aucun point hors contrôle.
Nombre de sous-groupes		Les données Avant et Après amélioration ont moins de 25 sous-groupes. Pour une analyse de capacité, il est en général recommandé de collecter au moins 25 sous-groupes pendant une période assez longue pour identifier les différentes sources de variation du procédé.
Normalité		Les données Avant et Après amélioration ont réussi le test de normalité. Tant que vous avez suffisamment de données, les estimations de capacité sont probablement assez précises.
Quantité de données		Pour les données Avant et Après amélioration, le nombre total d'observations est inférieur à 100. Vous n'avez probablement pas suffisamment de données pour obtenir des estimations de capacité assez précises. Plus le nombre d'observations diminue, plus la précision des estimations décroît.

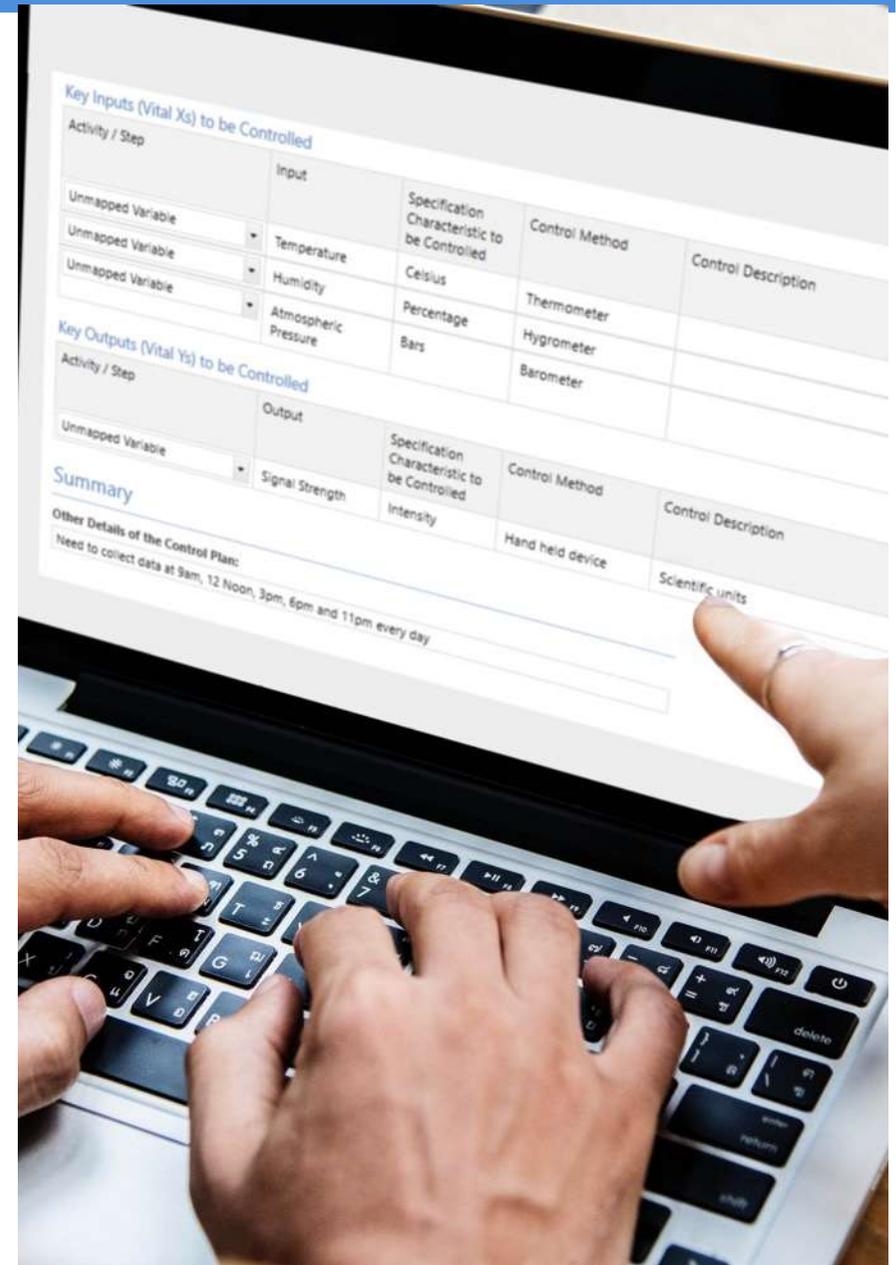
AMELIORER : Analyse de capabilité avant/après

- ▶ Le nouveau procédé est beaucoup plus capable que l'ancien



CONTROLLER : Cartes de contrôle et capacité

- ▶ Lorsqu'une amélioration a été obtenue, il est primordial de la pérenniser
- ▶ Sinon, à quoi bon ?
- ▶ Outils :
 - Plans de contrôle
 - Cartes de contrôle et analyses de capacité



CONTROLLER : Plan de contrôle dans Companion by Minitab

Key Inputs (Vital Xs) to be Controlled

Activity / Step	Input	Specification Characteristic to be Controlled	Control Method	Control Description
Unmapped Variable	Temperature	Celsius	Thermometer	
Unmapped Variable	Humidity	Percentage	Hygrometer	
Unmapped Variable	Atmospheric Pressure	Bars	Barometer	

Key Outputs (Vital Ys) to be Controlled

Activity / Step	Output	Specification Characteristic to be Controlled	Control Method	Control Description
Unmapped Variable	Signal Strength	Intensity	Hand held device	Scientific units

Summary

Other Details of the Control Plan:

Need to collect data at 9am, 12 Noon, 3pm, 6pm and 11pm every day

CONTROLLER : Plan de contrôle dans Companion by Minitab

+	C1-D	C2-D
	Date	Heure
1	01/09/2018	9:00
2	01/09/2018	12:00
3	01/09/2018	15:00
4	01/09/2018	18:00
5	01/09/2018	23:00
6	02/09/2018	9:00
7	02/09/2018	12:00
8	02/09/2018	15:00
9	02/09/2018	18:00
10	02/09/2018	23:00
11	03/09/2018	9:00
12	03/09/2018	12:00
13	03/09/2018	15:00
14	03/09/2018	18:00
15	03/09/2018	23:00
16	04/09/2018	9:00
17	04/09/2018	12:00
18	04/09/2018	15:00
19	04/09/2018	18:00
20	04/09/2018	23:00
21	05/09/2018	9:00
22	05/09/2018	12:00
23	05/09/2018	15:00
24	05/09/2018	18:00
25	05/09/2018	23:00
26	06/09/2018	9:00
27	06/09/2018	12:00
28	06/09/2018	15:00
29	06/09/2018	18:00
30	06/09/2018	23:00
31	07/09/2018	9:00
32	07/09/2018	12:00
33	07/09/2018	15:00
34	07/09/2018	18:00
35	07/09/2018	23:00
36		

► L'objectif est de réaliser 5 mesures par jour à :

- 9h
- Midi
- 15h
- 18h
- 23h

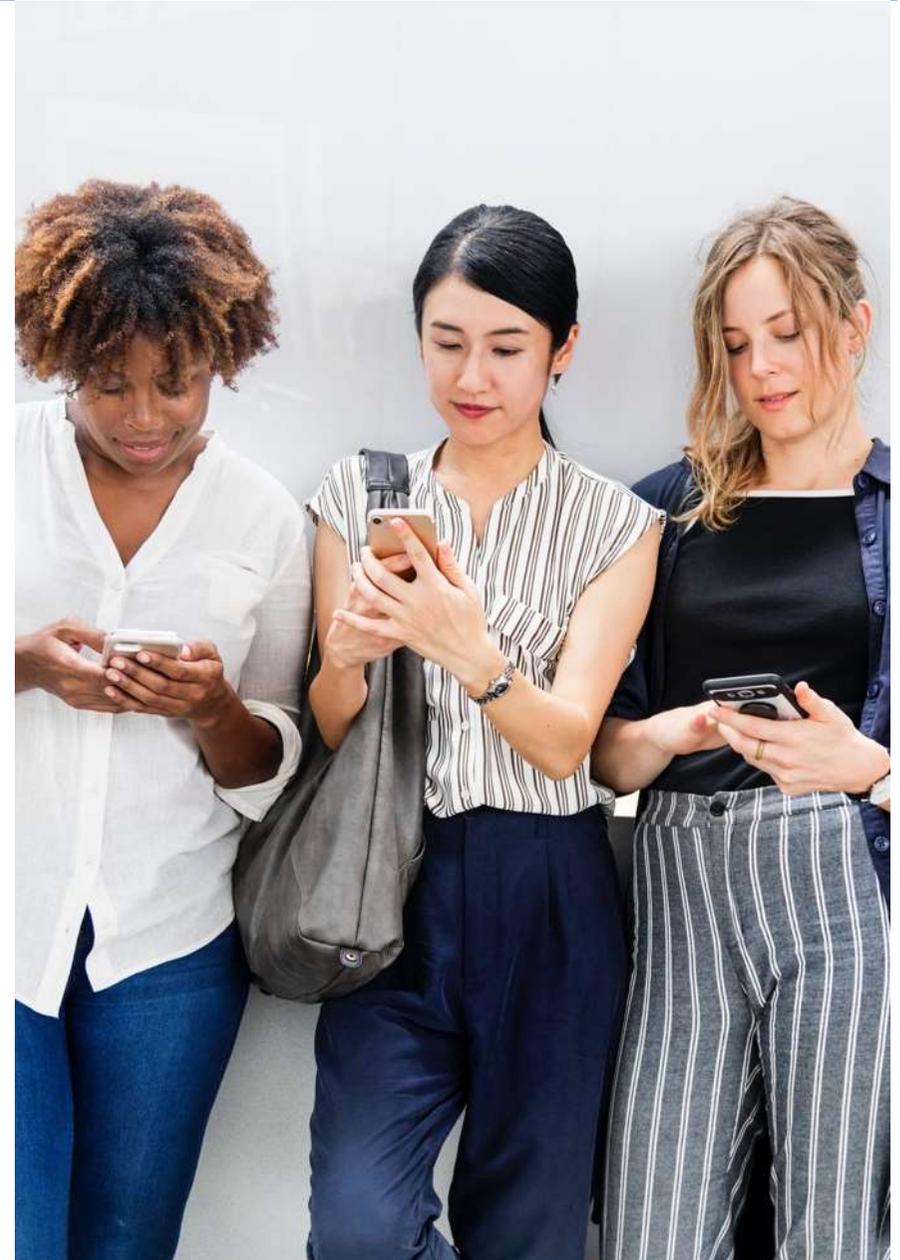
► Vous pouvez créer ce plan de contrôle à l'aide de la fonction Calc > Générer des suites de nombres > Ensemble simple de valeurs Date/Heure

et

► Calc> Générer des suites de nombres>Ensemble arbitraire de valeurs Date/Heure

CONTRÔLER : Conclusions

- ▶ Le plan de contrôle a démontré que la solution est stable et durable sur une période de 3 mois
- ▶ Les modifications apportées aux antennes ont permis une amélioration des performances et une stabilité
- ▶ Des mesures doivent être réalisées régulièrement pour éviter toute dérive dans le temps



Conclusions générales

- ▶ Avantages d'une approche structurée de résolution de problèmes combinant :
 - des feuilles de route et des étapes pré-établies personnalisables pour l'exécution du projet
 - des techniques analytiques puissantes et abordables
- ▶ Nous espérons que vous pourrez transposer cet exemple à votre propre organisation

